

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WANDERLEI DO AMARAL

**PROSPECÇÃO DE ESPÉCIES AROMÁTICAS SILVESTRES DOS CAMPOS
GERAIS DA MATA ATLÂNTICA DO PARANÁ**

CURITIBA

2015

WANDERLEI DO AMARAL

**PROSPECÇÃO DE ESPÉCIES AROMÁTICAS SILVESTRES DOS CAMPOS
GERAIS DA MATA ATLÂNTICA DO PARANÁ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

ORIENTADOR: Profº Dr. Cícero Deschamps

CO-ORIENTADOR: Profº Dr. Luiz Antonio Biasi

CURITIBA

2015

A485 Amaral, Wanderlei do

Prospecção de espécies aromáticas silvestres dos Campos
Gerais da Mata Atlântica do Paraná. / Wanderlei do Amaral. –
Curitiba : 2015.

137 f. il.

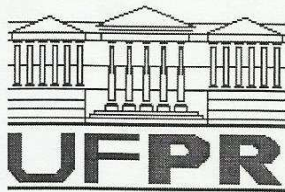
Orientador: Cícero Deschamps.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.

Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em
Agronomia – Produção Vegetal.

1. Plantas aromáticas – Palmeiras (PR). 2. Essencias e óleos
essenciais. I. Deschamps, Cícero. II. Universidade Federal do
Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação
em Agronomia – Produção Vegetal. III. Título.

CDU 633.81(813.8)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL

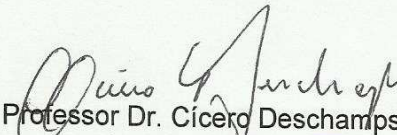


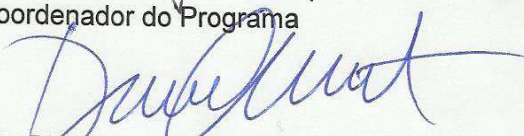
PARECER

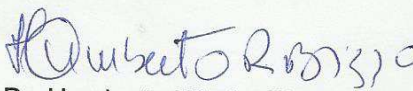
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **WANDERLEI DO AMARAL**, sob o título **"PROSPECÇÃO DE ESPÉCIES AROMÁTICAS SILVESTRES DOS CAMPOS GERAIS DA MATA ATLÂNTICA DO PARANÁ"**, para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

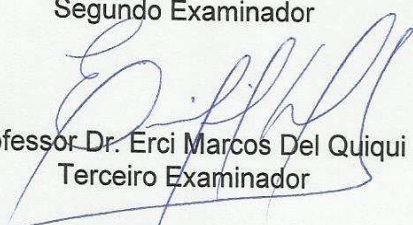
Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Tese.

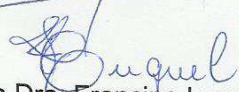
Curitiba, 27 de Fevereiro de 2015.

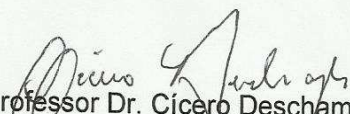

Professor Dr. Cícero Deschamps
Coordenador do Programa


Professor Dr. Diógenes Aparício Garcia Cortez
Primeiro Examinador


Dr. Humberto Ribeiro Bizzo
Segundo Examinador


Professor Dr. Erci Marcos Del Quiqui
Terceiro Examinador


Professora Dra. Francine Lorena Cuquel
Quarta Examinadora


Professor Dr. Cícero Deschamps
Presidente da Banca e Orientador

Dedicatória: A Deus, a meus familiares e especialmente *in memoriam* a Anastácio do Amaral e Octávio Melchiades Ulysséa.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

À Universidade Federal do Paraná e ao CNPQ pela oportunidade de crescer com a realização deste curso.

Ao professor Dr. Cícero Deschamps pela orientação, por sua coerência, paciência e pela amizade e ao co-orientador professor Dr. Luiz Antonio Biasi pela valiosa e importante ajuda e amizade.

A todos os professores e a coordenação do programa de Pós Graduação em Agronomia, Produção Vegetal, da Universidade Federal do Paraná.

Aos meus pais, esposa, filho e demais familiares pela grande ajuda e compreensão concedida a mim, tanto no profissional quanto no pessoal.

Ao meu filho Matheus Neffá do Amaral pela paciência e privação de minha presença em alguns momentos importantes de sua vida.

Aos colegas e amigos em especial ao Antonio Dunaiski Jr., Flaviano Caetano dos Santos e Grasiela B. Tognon, pela amizade e ajuda prestada. Aos técnicos e amigos dos laboratórios de Ecofisiologia, Fitotecnia e Micropropagação, Gilnei Machado Rosa, Roger, Maria Emília e Carlos.

Aos colegas do curso de mestrado e doutorado pela amizade e pelos agradáveis momentos que compartilhamos.

À Lucimara Antunes, secretária do Programa de Pós Graduação em Agronomia, pela boa vontade e presteza e amizade para com todos.

Às Faculdades Integradas Espírita, na pessoa do eterno e estimado professor Otávio Melchiades Ulysséa e sua esposa professora Neyda Nerbis Ulysséa, pelo apoio, carinho, afetividade e por proporcionar meu crescimento tanto na vida profissional quanto pessoal.

A família Veiga Lopes na pessoa do Luiz Eduardo Veiga Lopes e seu filho Luiz Eduardo Veiga Lopes Jr. pela iniciativa de instituírem as RPPNs Caminhos das Tropas e Butuguara, contribuindo para preservação e pesquisa dos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná.

A todos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, meu muito obrigado.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Wanderlei do Amaral, filho de Anastácio do Amaral e de Dalíria Francisca da Silva, nascido em Piratuba, Estado de Santa Catarina, em 07 de dezembro de 1976.

Cursou o 1º grau no Colégio Estadual Carlos Chagas em Piratuba, SC e o 2º grau no Colégio Senador Alencar Guimarães, em Curitiba – PR.

Em 1998 casou-se com Beatriz da Silva Neffá, em Curitiba, PR.

Em 1999 recebeu o grau de Biólogo conferido pelas Faculdades Integradas Espírita, em Curitiba - PR.

Em 2000 concluiu o curso de pós-graduação Lato Sensu em Ecoturismo pelo Instituto Brasileiro de Pós Graduação e Extensão em Curitiba – PR.

Em 2002, nasceu seu filho Matheus Neffá do Amaral, hoje com 11 anos de idade.

Em 2006 concluiu o curso de Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.

Em 2009 concluiu o curso de Pós-graduação Lato Sensu em Fitoterapia no Centro de pós-graduação e extensão em Curitiba - PR.

Em 2011 ingressou no curso de Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.

Foi professor das Faculdades Integradas Espírita de 2000 a 2014, onde lecionou as disciplinas de Fitotecnia e Etnobotânica nos cursos de Biologia e Naturoterapia. Foi coordenador do curso superior de Naturoterapia e Diretor de Planejamento das FIES. Membro fundador e pesquisador do Herbário HFIE das FIES. Também foi professor e coordenador do curso de especialização Lato Sensu em Fitoterapia das Faculdades Integradas Espírita.

Atuou como Diretor presidente do Instituto Biointegral de 2009 a 2014, onde também foi pesquisador e professor em cursos de capacitação e pós-graduação, nas áreas de Educação, Saúde e Meio Ambiente.

RESUMO

Os óleos essenciais são amplamente utilizados para conferir aroma e sabores especiais a diversos produtos comerciais e também são fontes de princípios ativos para a indústria farmacêutica. Este trabalho visou realizar a prospecção de espécies aromáticas nativas nos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná, avaliando teor, composição e similaridade química dos óleos essenciais das amostras frescas e secas. As coletas dos materiais vegetais para fotografias e exsicatas para a identificação botânica das espécies, foram realizadas nas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) Butuguara e Caminhos das Tropas, no Município de Palmeiras - PR, com formações de Campos Gerais. Os materiais vegetais foram coletados de espécies que apresentaram aroma ou que tenham sido anteriormente relatadas na literatura em relação às propriedades aromáticas. A identificação e tombamento das espécies foi realizada no Herbário HFIE. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação das amostras vegetais frescas e secas em aparelho graduado tipo Clevenger no Laboratório de Ecofisiologia da UFPR. A composição química por sua vez foi analisada por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrômetria de massas (GC/MS). Foram coletadas 49 espécies das famílias Asteraceae, Myrtaceae, Lauraceae, Salicaceae, Verbenaceae, Canellaceae, Anacardiaceae, Winteraceae e Rosaceae, das quais 42 espécies apresentaram óleo essencial. A secagem afetou o teor de óleo essencial na maioria das espécies. As espécies apresentam grande variação no teor e composição química do óleo essencial. A formação Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná apresenta espécies aromáticas produtoras de óleos essenciais, com composição química predominantemente de monoterpenos e sesquiterpenos, destaque para α -pineno, β -pineno, limoneno, (*E*)- β -cariofileno, gemacreno D, óxido de cariofileno, biciclogermacreno, globulol, espatulenol.

Palavras-chave: Campos nativos, Floresta Atlântica, plantas aromáticas, óleos essenciais, metabolismo secundário, terpenos.

ABSTRACT

Essential oils are widely used to produce aroma and special flavors to many commercial products and are also a source of active ingredients for the pharmaceutical industry. This work aimed to prospect the native aromatic species in "Campos Gerais" of Parana Atlantic Forest, to determine the essential oil yield, composition and chemical similarity in fresh and dried samples. The collections of plant material for photographs and herbarium specimens for botanical identification were made on Private Natural Heritage Reserves (RPPNs) Butugara and Caminho das Tropas, Palmeiras - PR, with Campos Gerais formation. The plant material was collected from species with aroma and/or previously reported in the literature in relation to the aromatic properties. The identification and registration of the species were made in the Herbarium HFIE. The essential oil extraction was carried out by hydrodistillation of fresh and dried samples in a graduate Clevenger apparatus at the UFPR Laboratory of Ecophysiology. The chemical composition was analyzed by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC / MS). A total of 49 species were from Asteraceae, Myrtaceae, Lauraceae, Salicaceae, Verbenaceae, Canellaceae, Anacardiaceae, Winteraceae e Rosaceae families and 42 species presented essential oils. Drying collected affected the essential oil yield in most species. The species shows large variation in the essential oil yield and composition. The "Campos Gerais" of the State of Parana Atlantic Forest presents aromatic species, with chemical composition mainly of monoterpenes and sesquiterpenes, especially α -pinene, β -pinene, limonene, (E)- β -caryophyllene, Germacrene D, caryophyllene oxide, bicyclogermacrene, globulol, spathulenol.

Key words: Native Camps, Atlantic Forest, aromatic plants, essential oils, secondary metabolism, terpenes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2 CAPÍTULO I: REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 BIOMA FLORESTA ATLÂNTICA.....	16
2.1.1 Formação Campos Gerais.....	18
2.2 BIOPROSPECÇÃO.....	20
2.3 METABOLISMO SECUNDÁRIO.....	21
2.3.1 Óleos essenciais.....	21
2.3.2 Local de produção e armazenagem dos óleos essenciais.....	22
2.3.3 Fatores que afetam a produção e composição dos óleos essenciais.....	22
2.3.4 Usos e importância econômica dos óleos essenciais.....	22
2.4 FAMÍLIAS BOTÂNICAS COM ESPÉCIES PRODUTORAS DE ÓLEOS ESSENCIAIS ESTUDADAS NESTE TRABALHO.....	24
2.4.1 Asteraceae.....	24
2.4.2 Myrtaceae.....	25
2.4.3 Lauraceae.....	26
2.4.4 Canellaceae.....	27
2.4.5 Winteraceae.....	27
2.4.6 Verbenaceae.....	28
2.4.7 Anacardiaceae.....	28
2.4.8 Salicaceae.....	29
2.4.9 Rosaceae.....	30
3 CAPÍTULO II: ESSENTIAL OIL YIELD AND COMPOSITION OF <i>Baccharis</i> SPECIES FROM ATLANTIC FOREST, SOUTH OF BRAZIL.....	31
ABSTRACT.....	31
1 INTRODUCTION.....	32
2 MATERIAL AND METHODS	33
3 RESULTS AND DISCUSSION	37
4 CONCLUSIONS	48
5 ACKNOWLEDGEMENTS.....	48
REFERENCES.....	49

4 CAPÍTULO III: TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE ESPÉCIES DA FAMÍLIA ASTERACEAE NOS CAMPOS GERAIS DO ESTADO DO PARANÁ.....	58
ABSTRACT.....	59
1 INTRODUÇÃO.....	60
2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
3 CONCLUSÃO.....	65
4 PARTE EXPERIMENTAL.....	65
REFERÊNCIAS.....	69
5 CAPÍTULO IV: TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES NATIVAS DA FAMÍLIA MYRTACEAE NOS CAMPOS GERAIS DA FLORESTA ATLÂNTICA DO ESTADO DO PARANÁ.....	82
RESUMO.....	82
ABSTRACT.....	83
1 INTRODUÇÃO.....	84
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	85
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
4 CONCLUSÕES.....	98
REFERÊNCIAS.....	98
6 CAPÍTULO V: TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE FOLHAS E RAMOS DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS NOS CAMPOS GERAIS DA FLORESTA ATLÂNTICA DO ESTADO DO PARANÁ.....	102
RESUMO.....	102
ABSTRACT.....	103
1 INTRODUÇÃO.....	104
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	106
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	112
4 CONCLUSÕES.....	122
REFERÊNCIAS.....	122
7 CONCLUSÕES GERAIS.....	126
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	127

REFERENCIAIS GERAIS.....	128
---------------------------------	------------

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

TABELA 1	Essential oil yield (%) of fresh and dried samples of <i>Baccharis</i> species from Atlantic Forest, Parana State, Brazil, 2014.....	38
TABELA 2	Essential oil composition of fresh and dried samples of <i>Baccharis</i> species from Atlantic Forest, Parana State, Brazil. 2014.....	41
TABELA 3	Eigen values and cumulative variance for factors obtained from principal component analysis (PCA) based on the chemical compositions for the studied <i>Baccharis</i> species based on chemical compositions of essential oils.....	46

CAPÍTULO III

TABELA 1	Teor de óleo essencial (%) de espécies da família Asteraceae de um segmento dos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná.....	76
TABELA 2	Porcentual relativo dos componentes químicos do óleo essencial de amostras frescas e secas de espécies de Asteraceae dos Campos Gerais do Estado do Paraná, 2012.....	77

CAPÍTULO IV

TABELA 1	Dados gerais das espécies nativas da família Myrtaceae coletadas para extração, Palmeira, PR, 2011/2012.....	86
TABELA 2	Teor médios de óleos essenciais (%) das folhas de espécies nativas da família Myrtaceae nos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná, 2012.....	88
TABELA 3	Teor médio do óleo essencial ((%) em folhas frescas e secas de espécies nativas da família Myrtaceae nos campos gerais do Estado do Paraná.....	91
TABELA 4	Porcentual relativo dos componentes químicos do óleo essencial de folhas frescas e secas de espécies nativas da família Myrtaceae nos Campos Gerais do Estado do Paraná, 2012.....	93

CAPÍTULO V

TABELA 1	Dados gerais das espécies nativas de arbóreas coletadas para extração do óleo essencial, Palmeira, PR, 2011/2012.....	109
TABELA 2	Teor de óleos essenciais (%) de espécies arbóreas nativas nos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná.....	112
TABELA 3	Porcentual relativo dos componentes químicos do óleo essencial das amostras frescas e secas de espécies nativas arbóreas dos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná, 2012.....	115

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- FIGURA 1 Domínio geográfico original da Floresta Atlântica no Brasil..... 17
- FIGURA 2 Localização dos Campos Gerais do Estado do Paraná. 1 – Serra geral; 2- Escarpa devoniana; 3-Extensão dos Campos Gerais conforme proposto por Maack (1948)..... 19

CAPÍTULO II

- FIGURA 1 Asteraceae family, Species of genus *Baccharis*. A: *B. semiserrata* DC.; B: *B. milleflora* (Leess.) A.P. De; C: *B. dracunculifolia* DC.; D: *B. uncinella* DC.; E: *B. brevifolia* DC.; F: *B. helichrysoides* DC..... 34
- FIGURA 2 Asteraceae family, species genus *Baccharis*. A: *B. coridifolia* DC.; B: *B. trimera* (Less.) DC.; C: *B. reticulata* (Ruiz & Pav.) Pers; D: *B. articulata* Lam. (Pers.)..... 35
- FIGURA 3 Chemical similarity from of *Baccharis* species essential oils..... 45
- FIGURA 4 Biplot of the first two principle components (PCs) for the studied *Baccharis* species based on chemical compositions of essential oils..... 47

CAPÍTULO III

- FIGURA 1 Espécies da família Asteraceae A: *Eupatorium intermedium* DC.; B: *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.; C: *Eupatorium compressum* Gardner.; D: *Vernonanthura westiniana* (Less) H. Robnson; E: *Pterocaulon angustifolium* DC.; F: *Pterocaulon virginatum* (L.)DC.; G: *Mikania cordifolia* (L.f.) Willd; H: *Erechtites valerianifolius* (Wolf.) DC.; I: *Erechtites hieracifolius* (L.) RAF. ex DC..... 74
- FIGURA 2 Espécies da família Asteraceae A: *Symphyopappus cuneatus* (DC) Sch Bip. ex Baker; B: *Solidago chilensis* Meyen; C: *Coniza bonariensis* (L.) Cronquist; D: *Vernonanthura phosphorica* (Vell.) H.Rob.; E: *Senecio leptoschizus* Bong.; F: *Stevia alternifolia* Hieron; G: *Vernonia nitidula* Lessing; H: *Austroeupatorium laetevirens* (H& A.) R. M. King & H. Rob..... 75

CAPÍTULO IV

- FIGURA 1 Espécies da família Myrtaceae. A: *Calyptranthes concinna* DC.; B: *Calyptranthes clusiifolia* O. Berg; C: *Myrciaria delicatula* (DC.) O. Berg; D: *Myrcia splendens* (Sw.) DC.; E: *Eugenia osoriana* Mattos & D. Legrand; F: *Campomanesia aurea* O. Berg.;..... 89
- FIGURA 2 Espécies da família Myrtaceae. A: *Myrceugenia reitzii* D. Legrand; B: *Campomanesia xantocarpha* O. Berg.; C: *Myrciaria tenella* (D.C) O. Berg; D: *Myrcia arborensis* O. Berg..... 90

CAPÍTULO V

- FIGURA 1 Espécies da família Lauraceae. A: *Cinnamomum stenophyllum* (Meissner) Vattimo.; B: *Ocotea odorifera* (Vellozo) Rohwer ; C: *Nectandra grandiflora* Nees ; D: *Ocotea catharinesis* Mez..... 106
- FIGURA 2 A: *Casearia decandra* Jacq. (Salicaceae) B: *Casearia sylvestris* Sw. (Salicaceae); C: *Aloysia gratissima* (Gilles & Hook. ex Hook). (Verbenaceae); D: *Cinnamodendron dinisii* Schwanke (Canellaceae)... 107
- FIGURA 3 A: *Drymis angustifolia* Miers. (Winteraceae); B: *Prunus selovii* Koehne (Rosaceae); C: *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl (Anacardiaceae); D: *Schinus terebenthifolius* Raddi (Anacardiaceae)..... 108

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas (SIMÕES *et al.*, 2007), amplamente utilizados para conferir aroma e sabores especiais a produtos alimentícios e de higiene oral, perfumaria, produtos de limpeza. Também são fonte de princípios ativos para a indústria farmacêutica (SACCHETTI *et al.*, 2005; GOBBO-NETTO e LOPES, 2007; BIASI e DESCHAMPS, 2009; YUNES *et al.*, 2012). Os óleos essenciais nas plantas estão relacionados com funções ecológicas de defesa e atração de polinizadores entre outras, e sofrem variação quantitativa e qualitativa em resposta ao ambiente (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Yunes *et al.* (2012), relatam em sua obra estudos de diversos autores com os óleos essenciais demonstrando atividades importantes como antimicrobiana, antiviral, antioxidante, anti-inflamatória, antinoceptiva, anticancer, anti-helmíntica, antiparasitária, inseticida, sobre o sistema nervoso central e atividade de inibição acetilcolinesterase, porém em sua maioria os estudos são com óleos essenciais de espécies exóticas. Os autores ainda concluem sobre a importância de se intensificar os estudos da flora brasileira, de forma multidisciplinar, visando à identificação de espécies promissoras para a produção de óleos voláteis, para utilização como insumos na obtenção de ativos a serem incluídos em novos medicamentos à disposição do sistema de saúde nacional.

O mercado mundial de óleos essenciais gira em torno de US\$ 15 bilhões/ano, com crescimento próximo de 11% ao ano. Existem cerca de 300 óleos essenciais de importância comercial no mundo. Os maiores consumidores do mundo são os Estados Unidos (40%), seguidos da União Européia (30%) e do Japão (7%). O Brasil destaca-se como produtor ao lado da Índia, da China e da Indonésia, principalmente devido aos óleos essenciais de citros, subprodutos da indústria de sucos (BIZZO *et al.*, 2009). Porém no Brasil a produção de óleos essenciais ainda é incipiente para atender a demanda, além disto, o mercado nacional e internacional vem demonstrando interesse por novas essências. O Brasil possui destaque no cenário mundial como o 4º maior exportador, depois dos EUA, França e Reino Unido (BIZZO *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2010). Estima-se que aproximadamente 65% do mercado de essências provêm de espécies cultivadas e 1% de espécies silvestres (BANDONI e CZEPAK, 2008). Aproximadamente 90% do volume exportado pelo Brasil, correspondem a óleo essencial de citros e seus derivados terpênicos, cujo valor no mercado é baixo comparado com outros óleos essenciais que o Brasil importa. Enquanto o valor unitário médio dos produtos comercializados pelo Brasil é de US\$ 1,34/kg, o país importa óleos essenciais no

valor de US\$ 33,04/kg. O restante do óleo essencial exportado é obtido de outras espécies como eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), pau-rosa (*Aniba roseaodora* var. *amazonica* Ducke), limeira (*Citrus aurantifolia* Swingle) e capim-limão (*Cymbopogon citratus*) (MATTOSO, 2007).

O Brasil possui uma das maiores biodiversidade do mundo com 43.496 espécies vegetais descritas (FORZZA *et al.*, 2012). Ainda segundo Forzza *et al.* (2012) o Brasil figura em primeiro lugar entre os 17 países megadiversos com uma taxa de endemismo de 56% das espécies de plantas, onde o Bioma Floresta Atlântica apresenta-se com o maior número de espécies vegetais entre os biomas brasileiros, com mais de 19.000 espécies, onde mais de 7.600 espécies são endêmicas da Floresta Atlântica.

Sabendo do potencial da Amazônia, em 1980 iniciou-se um inventário das plantas aromáticas amazônicas, este projeto multidisciplinar e interinstitucional envolvendo o Museu Goeldi, a Universidade Federal do Pará, a Faculdade de Ciências Agrárias do Pará e a CEPLAC (Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacaueira), baseou-se na coleta, destilação e análise dos óleos essenciais. Foram realizadas cerca de 500 expedições a campo, foram coletadas 2.500 espécies de plantas aromáticas sendo analisados mais de 1.800 óleos essenciais e aromas, resultando com este trabalho na formação de um banco de dados das espécies aromáticas da Amazônia, seus óleos essenciais e aromas (MYERS *et al.*, 2000).

Visando desenvolver uma estratégia viável ao desenvolvimento econômico sustentável da Amazônia, Barata e Ferraz (2002), desenvolveram o projeto “Cultivo e extração de óleos essenciais das plantas aromáticas da Amazônia”, onde foram considerados aspectos econômicos, tecnológicos, sociais e ambientais que poderiam gerar benefícios indiretos e diretos como emprego e renda para a população local, proporcionando crescimento econômico e desenvolvimento. O projeto avaliou a produção em escala pré-industrial do óleo essencial de folhas de pau-rosa obtido por poda de árvores com cinco anos de idade, sendo cultivadas por pequenos produtores de assentamentos ou comunidades rurais.

Considerando a demanda da indústria nacional por esta matéria-prima, a grande biodiversidade nos biomas brasileiros e a necessidade de novas alternativas de exploração agrícola que apresentem maior retorno ao produtor rural, evidencia-se a necessidade de pesquisa que levem à identificação de espécies com potencial aromático e/ou farmacológico e ao desenvolvimento de técnicas de manejo sustentável para a exploração racional destas espécies e para atender a demanda da indústria.

A prospecção de espécies aromáticas na Floresta Atlântica, formação Campos Gerais, sinaliza a descoberta de novos óleos com grande potencial aromático ou farmacológico, com

isso aumentará a viabilidade de manejo sustentável neste ecossistema tão agredido e com tanta necessidade de preservação.

Este trabalho visou realizar a prospecção de espécies aromáticas nativas nos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná, avaliando o teor e composição química dos óleos essenciais de amostras frescas e secas das espécies.

2 CAPÍTULO I: REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BIOMA FLORESTA ATLÂNTICA

O domínio da Floresta Atlântica é um complexo ecossistema de grande importância, pois abriga uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil e do mundo. Os altos níveis de riqueza e endemismo, associados à destruição sofrida no passado, incluíram a Floresta Atlântica definitivamente no cenário mundial como um dos 34 “hotspots” de biodiversidade (MITTERMEIER *et al.*, 2004). Segundo Myers *et al.* (2000), é considerada um dos maiores centros de biodiversidade do planeta, com altos níveis de endemismo, está incluída entre as oito áreas consideradas prioritárias do planeta em termos de estratégia de conservação.

Aproximadamente 95% da Floresta Atlântica (Figura 1) encontra-se em território brasileiro e o restante na Argentina e no Paraguai (Conservation International, 2000). A região nuclear do Domínio corresponde a uma série de ecossistemas quase contínuos ao longo da costa brasileira, ocorrendo desde o Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul. Hoje, áreas florestais mais continentais e outras disjuntas inseridas como encaves no Cerrado, Pantanal, Caatinga e Pampa também são consideradas como pertencentes à Floresta Atlântica. Como exemplos podemos citar os brejos de altitude localizados na região da Caatinga, as florestas decíduas ao longo do médio rio São Francisco e ao sul do Piauí, e as florestas decíduas e semidecíduas isoladas ao longo da Serra da Bodoquena no Mato Grosso do Sul (IBGE, 2008).

Apesar do substantivo aumento do conhecimento acerca da flora da Floresta Atlântica, podemos considerá-la ainda insuficientemente conhecida, visto que em menos de duas décadas, mais de 1.000 novas espécies de angiospermas foram descobertas, o que representa 42% do total descrito para o Brasil neste período (SOBRAL e STEHMANN, 2009). Embora se caracterize por bioma de grande complexidade biológica é considerado pela União Internacional para a Conservação da Natureza como um dos mais ameaçados do mundo (MYERS *et al.*, 2000).

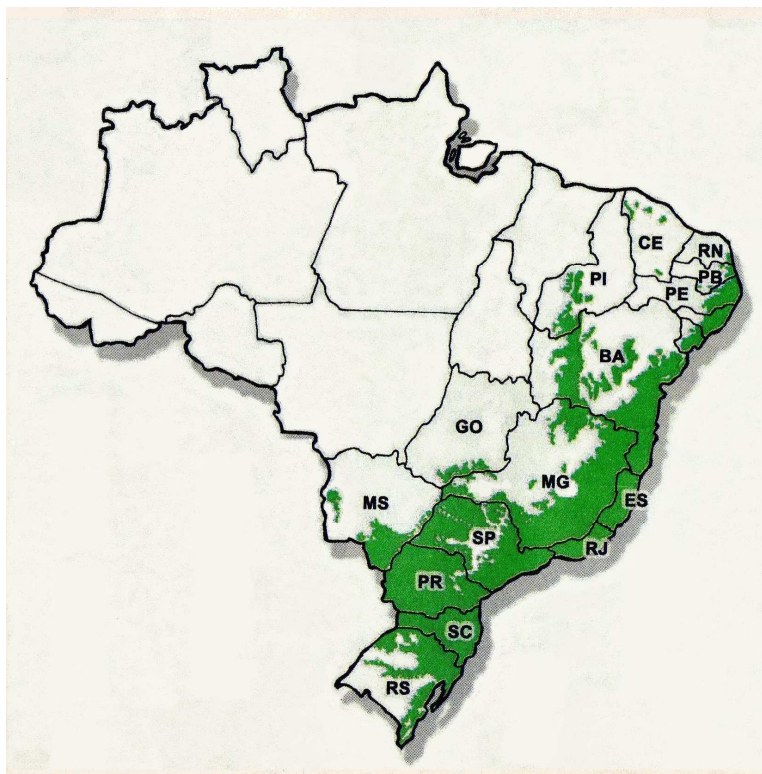


Figura 1. Domínio geográfico original da Floresta Atlântica no Brasil.
Fonte: <http://www.faunaeflorasc.com.br>, 2013.

Diferentemente da maioria das florestas tropicais, a Floresta Atlântica possui um conjunto de variáveis geográficas e climáticas que a tornam singular (CÂMARA 2005; SIQUEIRA-FILHO e LEME, 2006). A Floresta Atlântica apresenta grande diversidade de espécies aromáticas e medicinais, onde se encontram as canelas da família das Lauraceae, pertencentes ao gênero *Ocotea*, representadas por 60 espécies. Destaca-se a Sassafráz (*Ocotea odorifera*) que a partir do seu óleo destilado se extrai um fixador para a perfumaria, considerado superior ao próprio Sândalo. Além de outras espécies, como canjerana (*Cabralea canjerana* subsp. *canjerana*), e Cedro (*Cedrela fissillis*) (CARVALHO, 2003).

Biavatti *et al.* (2007), realizaram pesquisas em compêndios botânicos da Floresta Atlântica, sobre espécies que apresentem uso cosmeceútico, onde relacionam 245 espécies vegetais pertencentes a 98 famílias. As famílias com maior número de espécies com potencial foram Asteraceae, Apiaceae, Annonaceae, Anacardaceae, Bignoniaceae, Solanaceae, Fabaceae, Myrtaceae e Clusiaceae.

Entre as milhares de espécies vegetais presentes na Floresta Atlântica, grande quantidade de espécies possuem importância medicinal como guaco (*Mikania glomerata*), pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*), ipecacuanha (*Psychotria ipecacuanha*), espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Martius ex Reiss), chá-de-bugre (*Casearia sylvestris*), guaçatonga

(*Casearia decandra*), embaúba (*Cecropia glaziovii*), pitangueira (*Eugenia uniflora*), entre outras (VIEIRA, 1999). Apesar de existirem diversos estudos florísticos e estruturais para o Estado do Paraná (ISERNHAGEN, 2001), a flora aromática da Floresta Atlântica ainda é pouco conhecida. Os levantamentos botânicos realizados nestas áreas estão voltados principalmente ao conhecimento de espécies arbóreas (SILVA, 1989), alguns grupos vegetais (orquídeas e bromélias no Parque Estadual Pico do Marumbi) e em bosque e sub-bosque na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas da Reserva Ecológica Sapitanduva (CERVI *et al.*, 2007a).

2.1.1 Formação Campos Gerais

Os Campos Gerais do Estado do Paraná constituem uma região fitogeográfica com predomínio de vegetação campestre, a estepe gramíneo-lenhosa (VELOSO *et al.*, 1991). Localiza-se no centro-leste do Estado do Paraná como uma faixa em forma de crescente com o lado convexo voltado para oeste, ocupando quase 12.000 km² desde a divisa com São Paulo, na altura do município de Sengés até o limite com Santa Catarina, em Rio Negro (GUIMARÃES *et al.*, 2009) (Figura 2). Caracterizam-se pela predominância de espécies herbáceas cespitosas entremeadas por arbustivas baixas, e suas várias tipologias foram classificadas pelo IBGE (1992), como estepe *stricto sensu* ou campo seco, estepe higrófila ou campo brejoso e refúgio vegetacional rupestre, que são os campos com afloramentos de rocha. Apresentando alto potencial biótico, com uma exuberante riqueza de espécies, apresentam-se atualmente como um *hotspot*, que demanda estratégias emergenciais para a sua conservação (PROBIO, 2002).

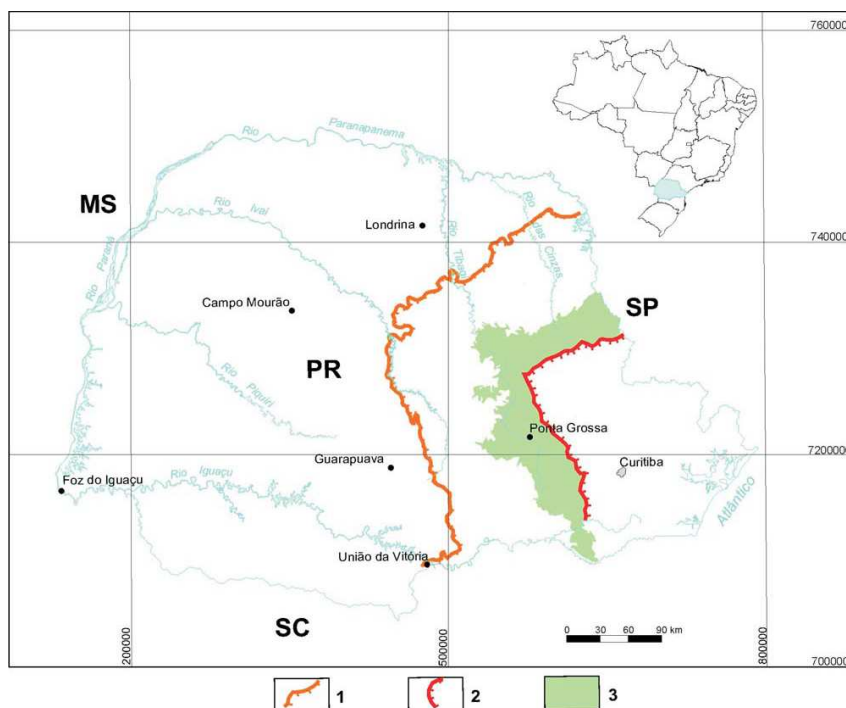


Figura 2. Localização dos Campos Gerais do Estado do Paraná. 1 – Serra geral; 2- Escarpa devoniana; 3-Extensão dos Campos Gerais conforme proposto por Maack (1948). Mapa obtido em Melo *et al.*, (2007).

Os Campos Gerais do Paraná estão distribuídos entre o Primeiro e o Segundo Planalto Paranaense, acompanhando os limites da Escarpa Devoniana, entremeadas por relictos de Savanas (cerrado) e formando um mosaico com capões de Floresta com Araucária (MAACK, 1968). A Escarpa Devoniana é uma formação resultante de um rebaixamento crustal, apresentando um relevo de *cuesta* (escarpamento assimétrico de origem erosiva não tectônica), que limita o Primeiro e Segundo Planalto Paranaense. Sobre sua porção leste se assentam os Campos Gerais, caracterizados pelo mosaico vegetacional entre floresta e campos. Nas proximidades da *cuesta* da Escarpa Devoniana as amplitudes são grandes, com frequentes encostas abruptas, verticalizadas, com *canyons* e trechos de rios encaixados, com inúmeras cachoeiras e corredeiras sobre o leito rochoso (MELO *et al.*, 2007).

Sabe-se que os campos possuem uma estrutura, função e dinâmica muito particular e que representam ecossistemas altamente interativos. Sua existência é condicionada por fatores abióticos (solo, relevo, dinâmica hidro-geomorfológica e principalmente clima), pela ação antrópica (queimadas, agricultura, fragmentação, alteração de habitats, introdução de espécies, etc.) e por perturbações ditas naturais, como geadas, estiagem e especialmente o fogo (PILLAR, 2006).

Em seu levantamento da vegetação do Parque Nacional dos Campos Gerais do Paraná, Dalazoana *et. al.* (2010) encontrou 707 táxons pertencentes a 103 famílias botânicas, sendo

mais abundantes as famílias Asteraceae, Poaceae e Fabaceae. Ainda relata que é marcante nestes ecossistemas a substituição das áreas nativas inaptas à agricultura por monoculturas florestais (*Pinus*) e exploração da pecuária extensiva.

Cervi *et al.* (2007b), relacionaram 1376 táxons fanerogâmicos do Parque Estadual de Vila Velha, Paraná, dos quais a maioria pertencente às famílias Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae, Myrtaceae, Orchidaceae e Poaceae entre outras.

2.2 BIOPROSPECÇÃO

A bioprospecção é a exploração da diversidade biológica por recursos genéticos e bioquímicos de valor comercial, mas pode fazer uso também de conhecimentos das comunidades indígenas ou tradicionais. Ela corresponde aos setores de fitomedicamentos, agricultura, cosméticos, alimentação e bebidas (SANT'ANA, 2002).

Marchioro (1999), em sua tese sobre a “sustentabilidade dos sistemas agrários no litoral do Paraná: o caso de Morretes,” coloca que a identificação de espécies aromáticas nativas é o primeiro passo para esse novo conhecimento, e para a preservação desses recursos potenciais que podem oportunamente constituir-se numa forma de agregar renda à população local.

A região amazônica extrai e exporta o óleo essencial de pau-rosa (*Aniba roseaodora* var. *amazonica* Ducke), sendo o único produtor do mundo, sendo que o principal constituinte do óleo desta espécie é o linalol (MITTERMEIER e WERNER, 1990).

Os projetos desenvolvidos na Amazônia indicam o potencial da exploração da biodiversidade de forma sustentável e com retorno econômico tanto para produtores rurais como para a indústria, que terá novas essências para expandir o mercado de óleos essenciais. A Floresta Atlântica por similaridade de biodiversidade possivelmente apresente também este potencial. Agostini *et al.* (2005), em seu estudo do óleo essencial de algumas espécies do gênero *Baccharis* (Asteraceae) avaliou as espécies *B. articulata*, *B. semiserrata*, *B. oxyodonta*, *B. cognata*, *B. uncinella* e *B. milleflora* coletados em diferentes locais do Rio Grande do Sul, onde as espécies apresentaram óleo essencial com rendimento de 0,1 p/v a 0,5% p/v, com uma composição química do óleo essencial de mono e sesquiterpenos, com destaque para beta-pineno, limoneno e espatulenol.

Lago *et al.* (2008), estudando a composição química dos óleos essenciais das folhas de *Baccharis dracunculifolia*, *B. microdonta*, *B. regnelli*, *B. schultzii*, *B. trimera* e *B. uncinella* nos campos de altitude da Mata Atlântica Paulista, encontrou rendimento que variou de 0,08 a 0,21%, identificando 67 compostos na análise fitoquímica do óleo essencial, sendo eles mono

e sesquiterpenos, com um maior acúmulo de sesquiterpenos como componentes principais dos óleos essenciais das espécies.

Gubert (2010) avaliando espécies aromáticas nativas da Floresta Ombrófila Densa, na região litorânea do Estado do Paraná avaliou 53 espécies distribuídas em 28 famílias botânicas, das quais 39 espécies apresentaram óleos essenciais, sendo as famílias botânicas Myrtaceae e Piperaceae as que apresentaram mais representantes com óleo essencial e a composição fitoquímica dos óleos essenciais das espécies foram maiores de sesquiterpenos e alcoóis.

2.3 METABOLISMO SECUNDÁRIO

Os metabólitos secundários são também chamados de produtos secundários. São uma grande variedade de compostos orgânicos produzidos pelos vegetais e que normalmente apresentam ação direta conhecida sobre o crescimento e desenvolvimento deles, não estando relacionados com os processos de fotossíntese, respiração ou síntese de proteínas, por exemplo. Os metabólitos secundários nas plantas estão relacionados com funções ecológicas de defesa e atração de polinizadores, proteção contra radiação e temperatura, entre outras, e sofrem variação quantitativa e qualitativa em resposta ao ambiente (TAIZ e ZEIGER, 2009). Os metabólitos secundários podem ser divididos em três diferentes grupos devido a sua constituição química: terpenos, substâncias fenólicas e compostos nitrogenados. A origem de todos os metabólitos secundários parte do metabolismo da glicose, através de dois intermediários principais, o ácido chiquímico e o acetato (TAIZ e ZEIGER, 2009; SIMÕES *et al.*, 2007).

2.3.1 Óleos essenciais

Óleos essenciais são misturas complexas de compostos voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas. Por serem solúveis em solventes orgânicos, como éter, recebe a denominação de óleos etéreos e, devido ao aroma agradável e intenso da maioria dos óleos voláteis, também são chamados de essências. Quimicamente, são constituídos geralmente por compostos terpênicos e fenilpropanóides. Na água apresentam solubilidade limitada, o suficiente para aromatizar as soluções aquosas, denominadas de hidrolatos (SIMÕES *et al.*, 2007; BIASI e DESCHAMPS, 2009).

Os terpenos formados da justaposição sucessiva de unidades de cinco carbonos denominada isopentilpirofosfato (IPP). O IPP é derivado do ácido mevalônico ou mevalonato e dá origem a todos os outros terpenos. Sendo que os monoterpenos (C10), sesquiterpenos (C15) e diterpenos (C20) são formados por adição de duas unidades de C10, os triterpenos (C30) são resultado da junção de duas unidades C15 (Farnesilpirofosfato) e os tetraterpenos de duas unidades C20 (Geranilgeranilpirofosfato) (CASTRO *et al.*, 2005).

2.3.2 Local de armazenagem dos óleos essenciais

Os óleos essenciais estão presentes em diversos órgãos das vegetais (flores, folhas, cascas, rizomas e frutos) sendo armazenados em estruturas secretoras internas (células parenquimáticas, idioblastos, bolsas esquizógenas ou lisígenas e canais oleíferos) e em externas (tricomas glandulares) (COSTA, 1994; SIMÕES *et al.*, 2007; CARDOSO, 2010). Portanto, faz-se necessário a identificação do local de armazenamento do óleo essencial para as diferentes espécies (SANTOS *et al.*, 2005).

2.3.3 Fatores que afetam a produção e composição dos óleos essenciais

Os óleos essenciais nas plantas podem sofrer alterações quantitativas e qualitativas influenciado por fatores genéticos, climáticos (temperatura, intensidade de luz, efeito sazonal), edáficos, estágio de desenvolvimento, fatores de manejo (nutrição, espaçamento, disponibilidade de água), colheita e pós-colheita (secagem), entre outros (TAIZ e ZEIGER, 2004; SIMÕES *et al.*, 2007; GOBBO-NETO e LOPES, 2007; MORAIS, 2009).

2.3.4 Usos e importância econômica dos óleos essenciais

Os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas (SIMÕES *et al.*, 2007), amplamente utilizados para conferir aroma e sabores especiais a produtos alimentícios e de higiene oral, perfumaria, produtos de limpeza. Também são fontes de princípios ativos para a indústria farmacêutica. São crescentes as pesquisas e o uso de óleos essenciais na agricultura e na veterinária (SACCHETTI *et al.*, 2005; GOBBO-NETO e LOPES, 2007; BIASI e DESCHAMPS, 2009; YUNES *et al.*, 2012). No Brasil a produção de óleos essenciais ainda é insipiente para atender a demanda, além disto, o mercado nacional e internacional vem demonstrando interesse por novas essências (BIZZO *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2010). Segundo Bandoni *et al.* (2008) estima-se que aproximadamente 65% do mercado de essências provêm de espécies cultivadas e 1% de

espécies silvestres. Yunes *et al.*, (2012), concluem sobre a importância de se intensificar os estudos da flora brasileira, de forma interdisciplinar, visando à identificação de espécies promissoras para a produção de óleos voláteis, para utilização como insumos na obtenção de ativos a serem incluídos em novos medicamentos à disposição do sistema de saúde nacional.

O mercado mundial de óleos essenciais gira em torno de U\$ 15 bilhões/ano, com crescimento próximo de 11% ao ano. Existem cerca de 300 óleos essenciais de importância comercial no mundo. Os maiores consumidores do mundo são os Estados Unidos (40%), seguidos da União Européia (30%) e do Japão (7%). O Brasil destaca-se como produtor ao lado da Índia, da China e da Indonésia, principalmente devido aos óleos essenciais de citros, subprodutos da indústria de sucos (BIZZO *et al.*, 2009).

Atualmente o uso das plantas medicinais e suas propriedades já enfocam estudos específicos como o estudo de alguns compostos anticancerígenos, cujos exemplos clássicos são os alcaloides vincristina e a vinblastina e, recentemente o taxol, que alcançam preços altíssimos no mercado mundial, mostrando o potencial de renda que uma espécie medicinal pode almejar. No entanto, são raras as espécies da nossa flora que participam desse seleto grupo, uma vez que a maioria dos fitoterápicos e fitofármacos já consagrados são de clima temperado, onde as pesquisas estão muito mais avançadas (PERECIN *et al.*, 2002). A procura pela descoberta de novos agentes antimicrobianos vem aumentando, principalmente devido ao desenvolvimento de resistência e o aparecimento de infecções fatais associados com a depressão do sistema imunitário causada pela AIDS, quimioterapia e transplantes. Além disso, há um consenso entre os produtos naturais farmacêuticos com substâncias mostrando uma atividade antimicrobiana com grande probabilidade de possuir outras atividades farmacológicas (LIMA *et al.*, 2006).

As grandes indústrias farmacêuticas dão preferência ao desenvolvimento de medicamentos pela via sintética, mas nos últimos anos observa-se grande interesse do mercado pelo potencial terapêutico das plantas medicinais (CALIXTO *et al.*, 2000).

Segundo Yunes *et al.* (2012) dentre as principais atividades farmacológicas já atribuídas aos óleos essenciais desçam: antimicrobiana, antiinflamatória, antioxidante, anticolinesterásica, antihelmíntica, antiparasitária, analgésica, sedativa, antitumoral, entre outras. Também é importante, atualmente, sua utilização pela indústria farmacêutica como promotores de permeação de fármacos para administração pela via transdérmica.

2.4 FAMÍLIAS BOTÂNICAS COM ESPÉCIES PRODUTORAS DE ÓLEOS ESSENCIAIS ESTUDADAS NESTE TRABALHO

Dentro da classificação botânica das plantas, existem muitas plantas ricas em óleos voláteis, e estas são abundantes no grupo das Angiospermas, e nas Dicotiledôneas, pertencentes principalmente às famílias botânicas Asteraceae, Apiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Myristicaceae, Piperaceae, Rutaceae, entre outros, com grande abrangência em espécies nativas na América tropical e subtropical (RODRIGUES-DAS-DÔRES *et al.*, 2006).

2.4.1 Asteraceae

A família Asteraceae possui distribuição cosmopolita, sendo a maior família de Eudicotiledôneas, classe Euasterídeas II, ordem Asterales, com aproximadamente 1600 gêneros e 23000 espécies. No Brasil a família também está bem representada, ocorrendo aproximadamente 300 gêneros e 2000 espécies. São particularmente comuns em formações abertas do Brasil, como cerrado e campos. As espécies desta família são representadas por ervas ou subarbustos, menos frequentemente arbustos, pequenas árvores ou lianas, látex às vezes presentes, espinhos presentes em algumas espécies, com folhas alternas, menos frequentemente opostas, raramente verticiladas, simples (pinatissectas e terminadas em gavinha em algumas espécies), sem estípulas, margem inteira ou mais frequentemente serrada. Inflorescência do tipo capítulo, o qual é envolvido por brácteas que formam um involúcro e flores dispostas sobre um receptáculo geralmente discoide, as flores são todas iguais entre si ou diferenciadas em flores do raio (as mais externas) e flores do disco (as mais internas), as primeiras, em geral, altamente modificadas, podendo ser estéreis e possuir corola hipertrofiada, flores do disco bissexuadas ou raramente unissexuadas, geralmente actinomorfas, diclamídeas ou sem cálice, cálice frequentemente transformado em papilho cerdoso ou plumoso, corola geralmente valvar, 5 estames, sinanteros, epipétalos, anteras rimosas, ovário ínfero, bicarpelar, unilocular, com um único óvulo de placentação ereta. Fruto geralmente do tipo aquênio, com papilho geralmente persistente, auxiliando na dispersão do fruto (SOUZA e LORENZI, 2008).

Muitas Asteraceae são cultivadas como ornamentais, podendo destacar a margarida (*Leucanthemum vulgare*), os crisântemos (*Chrysanthemum* spp.), a dália (*Dahlia x hybrida*), entre outras, como alimentícia pode-se citar a alface (*Lactuca sativa*) (SOUZA e LORENZI, 2008). Diversas espécies estão incluídas como medicinais e aromáticas produtoras de óleos essenciais como, por exemplo, *Calendula officinalis*, *Baccharis trimera*, *Baccharis dracunculifolia*, *Matricharia recutita*, *Artemisia absinthium*, *Cynara scolymus*. Podemos

ainda destacar a *Artemisia vulgaris* com atividades farmacológicas como expectorante, fungicida, em especial agindo sobre *Candida albicans*, e bactericida com ação sobre *Staphylococcus aureus* e *S. alba* (PRICE e PRICE, 2012), o cambará (*Gochnatia polymorpha*) uma árvore com alto potencial aromático que produz como principais compostos químicos o bisabolano e germacreno (STEFANELLO *et al.*, 2006) e a macela *Achyrocline satureioides*, que apresenta efeitos antidispepticos, antidiarreicos e hepatoprotetores (BEZERRA *et al.*, 2008).

Um dos maiores gêneros da família é o *Baccharis* com diversas espécies com propriedades farmacêuticas (GRECCO *et al.*, 2010a; GRECCO *et al.*, 2010b; GRECCO *et al.*, 2012; PASSERO *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2012; QUIMARÃES *et al.*, 2012; KURDELAS *et al.*, 2012).

4.2 Myrtaceae

Esta família é da classe das Rosídeas, ordem Myrtales e possui distribuição predominantemente pantropical e subtropical, concentrada na região neotropical e na Austrália. A família inclui cerca de 130 gêneros e 4000 espécies. É uma das maiores famílias da flora brasileira, com 23 gêneros e aproximadamente 1000 espécies. As espécies desta família são árvores ou arbustos, raramente subarbustos, tronco geralmente com córtex esfoliante, com folhas opostas ou menos frequentemente alternas, raramente verticiladas, simples, estípulas vestigiais ou ausentes, margem inteira, geralmente coriácea ou subcoriácea, com pontuações translúcidas e penínervas, geralmente com nervura marginal coletora. Inflorescência geralmente cimosa, às vezes reduzida a uma única flor, com flores vistosas, às vezes apenas ligeiramente, geralmente com coloração geral branca, bissexuadas ou raramente unissexuadas, actinomorfas, diclamídeas ou muito raramente monoclamídeas, cálice (3-)4-5(-6)-mero, em geral dialissépala, prefloração geralmente imbricada, às vezes formando uma caliptra ou abrindo-se irregularmente, corola geralmente (3-)4-5(-6)-mera, dialipétala, estames longamente exsertos e vistosos, numerosos, muito raramente em número igual ou duplo ao das pétalas, livres ou menos frequentemente unidos na base, anteras rimosas, raramente poricidas, disco nectarífero presentes, ovário ínfero, 2-5(-16)-locular, placentação axial, lóculos bi a pluriovulados, estilete único. Fruto tipo baga, drupa, cápsula ou núcula (SOUZA e LORENZI, 2008).

Myrtaceae é uma das famílias botânicas de maior ocorrência no Brasil, especialmente na Floresta Atlântica, sobretudo nas regiões Sul e Sudeste do país, e é reconhecida pelo seu grande potencial de produção de óleos voláteis de interesse econômico (LIMA *et al.*, 2006), espécies como *Eugenia uniflora* e *Eugenia osoriana*. Dentre os gêneros da flora brasileira com destaque para a produção de óleo essencial pode-se citar: *Myrcia* (CERQUEIRA *et al.*, 2009; STEFANELLO *et al.*, 2010), *Eugenia* (OLIVEIRA *et al.*, 2005; MELO *et al.*, 2007) e *Psidium* (LEE *et al.*, 2010).

2.4.3 Lauraceae

Lauraceae é uma família botânica que pertence à classe das Magnoliídeas, ordem Laurales, com distribuição tropical e subtropical, concentrada em florestas pluviais da Ásia e Américas. A família inclui cerca de 50 gêneros e 2500 espécies, sendo que no Brasil ocorrem 25 gêneros e cerca de 400 espécies. Sendo uma das mais complexas famílias da flora brasileira, do ponto de vista taxonômico, pelo grande número de espécies e por serem utilizados caracteres crípticos na distinção de gêneros e espécies. As espécies desta família são arbustos ou árvores, raramente ervas escandentes afilas e holoparasitas, geralmente aromáticas, suas folhas alternas ou raramente opostas, simples, sem estípulas, margem inteira, geralmente coriáceas ou subcoriáceas. Inflorescências geralmente paniculada, menos frequentemente racemosa, com flores geralmente pouco vistosas, bissexuadas ou raramente unissexuadas (plantas monoicas ou dioicas), actinomorfas, diclamídeas e homoclamídeas, cálice geralmente trímero, dialipétala, androceu formado por 1-3 verticilos de 3 estames e frequentemente com 2-4 verticilos de estaminódios, filetes frequentemente com um par de apêndices nectaríferos na base, anteras valvares, ovário súpero (flores períginas), muito raramente ínfero, unicarpelar, placentação pêndula, uniovulado. Fruto tipo baga, geralmente com hipanto persistente formando uma cúpula, às vezes envolvendo inteiramente o fruto (SOUZA e LORENZI, 2008).

As Lauraceae representam uma das famílias de maior destaque na composição florística de grande parte dos ecossistemas florestais do país, em especial da Mata Atlântica e em florestas da Região do Sul. Também é uma família muito comum na Floresta Amazônica. Entre as espécies desta família podem-se destacar espécies produtoras de madeira de lei como a imbuia (*Ocotea porosa*), espécies aromáticas como o sassafrás (*Ocotea odorifera*) rico em óleos essenciais, com destaque para o principal componente do óleo o safrol, muito requerido na indústria de perfumes, ou ainda o pau-rosa (*Aniba roseodora*) planta da qual se extrai óleo essencial rico em linalol, substância de grande valor econômico para a região amazônica,

muito procurada pela indústria de cosméticos e perfumes, também vem sendo aplicado como sedativo, anticonvulsivo, acaricida, bactericida e fungicida (ALCANTARA *et al.*, 2010). Espécies condimentares exóticas como o louro (*Laurus nobilis*), canela-da-india (*Cinnamomum zeylanicum*), entre outras (MARQUES, 2001; SOUZA e LORENZI, 2008).

2.4.4 Canellaceae

As Canellaceae pertencem a classe das Magnoliídeas, ordem Canelales e ocorrem em duas regiões distintas do globo, no leste da África e na região neotropical. Possui 05 gêneros (*Cinnamosma* e *Warburgia* africanos, *Canella*, *Cinnamodendron* e *Pleodendron* neotropicais) e 13 espécies. São árvores ou raramente arbustos, com folhas alternas, simples, sem estípulas, frequentemente com pontuações translúcidas, margem inteira. Inflorescências geralmente cimosas, às vezes reduzida a uma única flor, com flores pouco vistosas, actinomorfas, bissexuadas, diclamídeas, cálice trímero, dialissépalo ou gamossépalo, prefloração imbricada, corola com (4-)5-12 pétalas, dispostas em 1-4 verticilos ou espiraladas, dialipétala ou gamopétala, prefloração imbricada, estames 6-numerosos, unidos entre si, formando um tubo, ovário súpero, 1-6-carpelar, unilocular, placentação parietal, bi a plurióvulado. Fruto tipo baga, com cálice persistente (SOUZA e LORENZI, 2008).

No Brasil ocorrem apenas três espécies do gênero *Cinnamodendron*, sendo *C. axillare*, *C. sampaioanum* e *C. dinisii*. As duas primeiras podem ser encontradas na Amazônia, ao passo que *C. dinisii*, conhecida popularmente como pimenteira, é encontrada de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul, sendo relativamente comum em alguns trechos da Mata Atlântica. Esta espécie é uma árvore geralmente robusta, com tronco claro e lenticelado e casca e folhas com sabor picante, característica que inspirou a escolha do nome do gênero *Cinnamodendron* = *árvore de canela* (SOUZA e LORENZI, 2008).

2.4.5 Winteraceae

Esta família pertence a classe das Magnoliídeas, ordem Canelales, é composta por árvores ou arbustos, com folhas alternas, simples, sem estípulas, com margem inteira. Suas inflorescências são cimosas, flores vistosas, geralmente actinomorfas e bissexuais, diclamídeas, com cálice 2-4(-6)-mero, geralmente dialissépalo, corola com 2 a muitas pétalas, geralmente dispostas em 2 ou mais verticilos, dialipétala, prefloração imbricada, estames 3-numerosos, geralmente livre entre si, anteras rimosas, gineceu dialicarpelar, uni a pluricarpelar, o ovário súpero, uni a plurióvulado, estigma às vezes pouco diferenciado, disposto ao longo da sutura do carpelo. Fruto composto, frutículos geralmente bacáceos.

Anatomicamente a família destaca-se por não possuir elementos de vaso em seu sistema vascular, mas apenas traqueídes, à semelhança das Gimnospermas. Possui distribuição predominantemente pan-tropical, com 4 gêneros e cerca de 60 espécies, sendo o gênero *Drimys* o único nativo do Brasil (SOUZA e LORENZI, 2008).

Algumas espécies do gênero *Drimys* possuem óleo essencial (LAGO, 2010; SANTOS *et al.*, 2013), *Drimys brasiliensis* possui como componente majoritário no óleo essencial o germacreno D, com atividade antibacteriana e insetífuga (FRANCESCATO *et al.*, 2007).

2.4.6 Verbenaceae

Esta família pertence à classe das Euasterídeas I, ordem Lamiales e possui distribuição pan-tropical, mas principalmente neotropical, incluindo cerca de 36 gêneros e 1000 espécies. No Brasil ocorrem 17 gêneros e cerca de 250 espécies. São ervas ou arbustos, menos frequentemente árvores ou lianas, muitas vezes aromáticas, com ramos geralmente quadrangulares, suas folhas são opostas, raramente verticiladas, simples, sem estípulas, margem geralmente serrada. Inflorescências racemosa, flores pouco vistosas, bissexuadas, zigomorfas, diclamídeas, cálice geralmente pentâmero, gamossépalo, prefloração imbricada, geralmente persistente na frutificação, corola geralmente pentâmera, gamopétala, bilabiada, 4 estames, neste caso didínamos, raramente 2 mais 2 estaminódios, ovário súpero, bicarpelar, geralmente com lóculos divididos por um falso septo, tronando-o tetralocular ou bilocular, quando um dos carpelos é atrofiado, estilete terminal, placentação ereta, 2 óvulos por carpelo. Fruto tipo drupa ou esquizocarpo (SOUZA e LORENZI, 2008).

Esta família possui espécies aromáticas como *Lippia alba* (TAVARES *et al.*, 2005), *Lippia sidoides* (OLIVEIRA *et al.*, 2006), *Lippia graveolens* (MARTINEZ *et al.*, 2011), além de *Aloysia triphyla* e *Aloysia gratissima*. Para *Lippia alba* busca-se o linalol com atividade antiinflamatória, antinociceptiva, antihiperanalgésica, anestésica e antioxidante (PEANA *et al.*, 2006).

2.4.7 Anacardiaceae

As Anacardiaceae pertencem à classe das Eurosídeas II, ordem Sapindales, diversas Anacardiaceae apresentam frutos comestíveis como a mangueira (*Mangifera indica*), cajazeiro (*Spondias* spp.), umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), seriguela (*Spondias purpurea*), e pseudofrutos comestíveis como do cajueiro (*Anacardium occidentale*), cujo fruto possui a castanha-de-caju.

São arbustos ou árvores, raramente lianas ou ervas, aromáticos, folhas geralmente alternas, compostas ou menos frequentemente simples, sem estípulas, margem inteira ou serrada. Inflorescências geralmente cimosa, flores pouco vistosas, geralmente unissexuadas (plantas monóicas, dióicas ou poligâmicas), actinomorfas, diclamídeas, cálice geralmente pentâmero, dialissépalo ou gamossépalo, prefloração valvar ou imbricada, estames em número igual ou duplo ao das pétalas, raramente numerosos ou apenas 1 fértil, geralmente livres entre si, ocasionalmente epipétalos, anteras rimosas, estaminódios frequentes, disco nectarífero presente, gineceu gamocarpelar, ovário geralmente súpero, 1-12-carpelar, 1-12-locular, mas geralmente com apenas um lóculo fértil, placentação ereta ou pêndula, lóculos uniovulados. Frutos em geral tipo drupa ou sâmara.

Algumas espécies são utilizadas na ornamentação e arborização de ruas e praças, como a aroeira-vermelha (*Schinus terebenthifolius*) e aroeira-salsa (*Schinus molle*), estas duas espécies além do valor ornamental também possuem óleos essenciais em suas folhas e frutos. Possui distribuição tropical e subtropical, incluindo cerca de 70 gêneros e 700 espécies. No Brasil ocorrem 15 gêneros e cerca de 70 espécies (SOUZA e LORENZI, 2008). Quanto aos óleos essenciais alguns gêneros tem sido estudados: *Schinus* (AFFONSO *et al.*, 2012; GOMES *et al.*, 2013), *Anacardium* (DZAMIC *et al.*, 2009; ANDRADE FILHO *et al.*, 2013), *Mangifera* (SILVA *et al.*, 2012; RAMOS *et al.*, 2014), *Lithraea* (SHIMIZU *et al.*, 2006).

2.4.8 Salicaceae

Esta família pertence à classe das Eurosídeas I, ordem Malpighiales e possui distribuição cosmopolita, incluindo cerca de 50 gêneros e 1000 espécies. No Brasil ocorrem 19 gêneros e cerca de 80 espécies. Em termos econômicos, merece destaque o gênero *Salix*, do qual originalmente foi obtido o ácido salicílico, que é a base para diversos analgésicos. A guaçatonga (*Casearia sylvestris*), é uma espécie muito comum por todo o Brasil, principalmente em florestas secundárias, é utilizada como medicinal em algumas regiões. As espécies desta família são árvores ou arbustos, raramente lianas, algumas vezes com espinhos, com folhas alternas, geralmente dísticas, raramente opostas, simples, estípulas geralmente presentes, margem inteira ou comumente serrada, frequentemente com pontuações translúcidas. Inflorescências cimosa ou racemosa, terminal ou axilar, flores geralmente não vistosas, bissexuadas ou raramente unissexuadas, actinomorfas, diclamídeas, monoclamídeas ou aclamídeas, cálice (2-)3-6-mero, dialissépalo ou gamossépalo, prefloração imbricada ou valvar, estames (1-)2- numerosos, livres ou unidos entre si, anteras rimosas, raramente poricidas, disco nectarífero geralmente lobado ou nectários alternados com os estames, ovário

súpero, raramente ínfero, 2-9 (-13)-carpelar, unilocular, placentação parietal, bi a pluriiovulado. Frutos tipo cápsula ou baga, raramente drupa (SOUZA e LORENZI, 2008).

O gênero *Casearia* é o mais representativo em número de espécies (STEFANELLO *et al.*, 2010; SALVADOR *et al.*, 2011; BOU *et al.*, 2013). *Casearia sylvestris* foi estudada quanto as suas propriedades antiinflamatória, antiúlceras, anticancer e antimicrobiana (DA SILVA, 2006).

2.4.9 Rosaceae

Segundo Souza e Lorenzi (2008) esta é uma das principais famílias do ponto de vista econômico, pois diversas frutas consumidas e cultivadas no Brasil pertencem a esta família, incluindo a maçeira (*Malus sylvestris*), pereira (*Pyrus communis*), pêssegueiro (*Prunus persica*), nectarina (*Prunus persica* var. *nucipersica*), morangueiro (*Fragaria vesca*), ameixeira (*Prunus domestica*), nêspereira (*Eriobotrya japonica*) entre outras, também se destacam espécies ornamentais como a roseira (*Rosa* spp.) e o buquê-de-noiva (*Spiraea* spp.). As espécies conhecidas como rosa (*Rosa* spp.) também se destacam como produtoras de óleo essencial de alto valor econômico.

Com cerca de 100 gêneros e 3000 espécies, sendo uma das maiores famílias de Angiospermas, pertence à classe das Eurosídeas I, ordem Rosales, com distribuição cosmopolita, concentrada no hemisfério norte, com poucas espécies no Brasil, onde ocorrem nove gêneros e cerca de 25 espécies. São ervas, arbustos, árvores ou lianas, com acúleos ou espinhos frequentes, não lactescentes, com folhas geralmente alternas, simples ou compostas, geralmente com estípulas, margem inteira ou mais frequentemente serrada. As inflorescências geralmente cimosa, às vezes reduzida a uma única flor, ocasionalmente com brácteas formando um calículo, flores geralmente vistosas, bissexuadas ou unissexuadas, actinomorfas, diclamídeas ou raramente monoclamídeas, cálice (3-)5(-10)-mera, dialipétala, prefloração imbricada, estames (2-)numerosos, livres entre si, antenas rimosas ou raramente poricidas, disco nectarífero geralmente presente, gineceu dialicarpelar ou gamocarpelar, carpelos 1-numerosos, ovário súpero (flores hipóginas ou períginas) ou ínfero, placentação axial, ereta, pêndula ou parietal, óvulos (1-)2(-numerosos). Fruto folículo, aquênio, drupa ou raramente cápsula (SOUZA e LORENZI, 2008).

3. CAPÍTULO II: ESSENTIAL OIL YIELD AND COMPOSITION OF *Baccharis* SPECIES FROM ATLANTIC FOREST, SOUTH OF BRAZIL.

Wanderlei do AMARAL^a; *Cícero DESCHAMPS^a; Humberto R. BIZZO^b; Marco Antonio S. PINTO^c; Luiz A. BIASI^a Ricardo A. de OLIVEIRA^a.

^a University of Parana – Agronomy Department - Curitiba – PR 81531-990, Brazil. Email: wdoamaral@ufpr.br ; cicero@ufpr.br; biasi@ufpr.br; rico@ufpr.br – 55- (41) 33505687

^b Embrapa Food Technology, Rio de Janeiro, RJ 23020-470, Brazil. Email: humberto.bizzo@embrapa.br

^c Embrapa Dairy Cattle, Juiz de Fora, MG 36038-330, Brazil. Email: marco.pinto@embrapa.br

Abstract: *Baccharis* species present a large distribution in South America and are considered important aromatic plants mainly due to the terpenoids they produce. This work evaluated the essential oil yield and composition of ten *Baccharis* species with occurrence in the Atlantic Forest of South Brazil, Parana State. Plants collected in the field were botanically identified and samples were used for essential oil extraction and analysis. The essential oil samples were obtained by hydrodistillation of fresh and dried in a graduate Clevenger apparatus and the chemical composition were analyzed by gas chromatography coupled to a mass spectrometry (GC/MS). Large variation in the essential oil yield of the *Baccharis* species was observed in fresh (1.28 to 13.72 $\mu\text{L g}^{-1}$ ms) and dried samples (0.78 to 9.39 $\mu\text{L g}^{-1}$ ms), being the highest in *B. trimera* (Less.) DC. The essential oil yield of *B. trimera* (Less.) DC., *B. reticulata* (Ruiz & Pav.) Pers., *B. semiserrata* DC., *B. uncinella* DC. *B. brevifolia* DC., *B. articulata* Lam. (Pers.) was reduced in dried samples. A total of 69 constituents were identified in the essential oil analysis, most of them monoterpenes and sesquiterpenes. β -pinene and spathulenol were found in all *Baccharis* species and α -pinene, caryophyllene oxide, limonene, α -cadinol were observed in most of the essential oil samples. The genus *Baccharis* has groups of species with greater chemical similarity of their essential oils.

Keywords: Medicinal and aromatic plants, terpenen, Atlantic Forest

* cicero@ufpr.br

1 INTRODUCTION

The *Baccharis* genus has over 500 species distributed mainly in South America (Verdi *et al.*, 2005). In Brazil, a total of 120 species have been identified and most of them with occurrence in the South region (Barroso, 1976; Verdi *et al.*, 2005). One important characteristic of these species is related to the essential oil production as a result of ecological interaction with the environment, acting in plant defense or pollinator attraction (Sánchez *et al.*, 2006; Simões *et al.*, 2007; Dicke and Baldwin, 2010; Bedoya-perez *et al.*, 2014). Although monoterpenes, sesquiterpenes and diterpenes have been identified in the essential oil composition (Davies, 2004; Verdi *et al.*, 2005), previous studies evaluating the essential oil composition of the genus in Rio Grande do Sul and São Paulo have identified mono and sesquiterpenes as the main constituents (Agostini *et al.*, 2005; Lago *et al.*, 2008). *Baccharis trimera* is the most known by the Brazilian population and empirically used in the form of infusions or decoctions (Martinez *et al.*, 2005) for digestion problems. A recent research, however, with the essential oil of other *Baccharis* species has demonstrated great chemical diversity and many other important potential applications. *B. uncinella* and *B. retusa*, for example, showed effect against leishmaniasis and “Chagas” disease (Grecco *et al.*, 2010a; Grecco *et al.*, 2010b; Grecco *et al.*, 2012; Passero *et al.*, 2011) and *B. trimera* and *B. dracunculifolia* schistosomicidal (Oliveira *et al.*, 2012) and antioxidant activities (Quimarães *et al.*, 2012), respectively, *B. darwinii* showed insecticidal and antifungal activity (Kurdela *et al.*, 2012).

The species of the genus *Baccharis* are distributed in the Atlantic Forest, a “biodiversity hotspots” with the largest number of plant species compared with other Brazilian biomes, with more than 19.000 species and over 7.600 endemic species (Forzza *et al.*, 2012). However, due to agricultural expansion, industrialization and urban development, the original area has been reduced and many plant genetic resources are threatened to

extinction (Ribeiro *et al.*, 2011). While there are many structural and floristic studies of plant species from Atlantic Forest in southern Brazil, very little is known about its aromatic flora. The characterization of the chemical diversity of the *Baccharis* species from Atlantic Forest will help to understand the environmental interaction and identify potential genetic resources for the pharmaceutical industry.

This work aimed to evaluate the essential oil yield and chemical composition of species of the genus *Baccharis* with occurrence in the Atlantic Forest of South Brazil.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 Plant material

The plant material was obtained from “The Private Reserve of Natural Heritage Butugara”, a segment of the Atlantic forest, with altitude ranging from 985 to 1,145 m and located at 25° 20.884' S and 049° 47.258' W, Parana State. The soil is classified as lithosol and cambisol (Embrapa, 2006). As Köppen the climate is kind Cfb, temperate with mild summer, annual average temperatures around 17 ° C, with severe and frequent frosts and rainfall of 1,200 mm year (Wons, 1994).

Collection of plant material in the reserve and transport were made under license of the Environmental Institute of Parana State by N° 284/11. The species *Baccharis trimera* (Less.) DC. (HFIE n° 8.257), *B. reticulata* (Ruiz & Pav.) Pers (HFIE n° 8.252), *B. coridifolia* DC. (HFIE n° 8.371), *B. dracunculifolia* DC. (HFIE n° 8.372), *B. semiserrata* DC. (HFIE n° 8.519), *B. uncinella* DC. (HFIE n° 9.004), *B. brevifolia* DC. (HFIE n° 8.518), *B. articulata* Lam. (Pers.) (HFIE n° 9.013), *B. helichrysoides* DC. (HFIE n° 9.010) were collected (Figure 1 and 2). Samples of 1 kg of each cladode, terminal branches with leaves and or inflorescences were composed of at least 10 plants of each species. Herbarium specimens and photographic records were made for identification at “HFIE Herbarium”, where they were herborized

(Lawrence, 1951; IBGE, 1992) to register the collection. Duplicates were also sent to the “Municipal Botanical Museum Herbarium (MBM)” and the “Herbarium of the Biological Sciences, University of Parana” (UPCB).

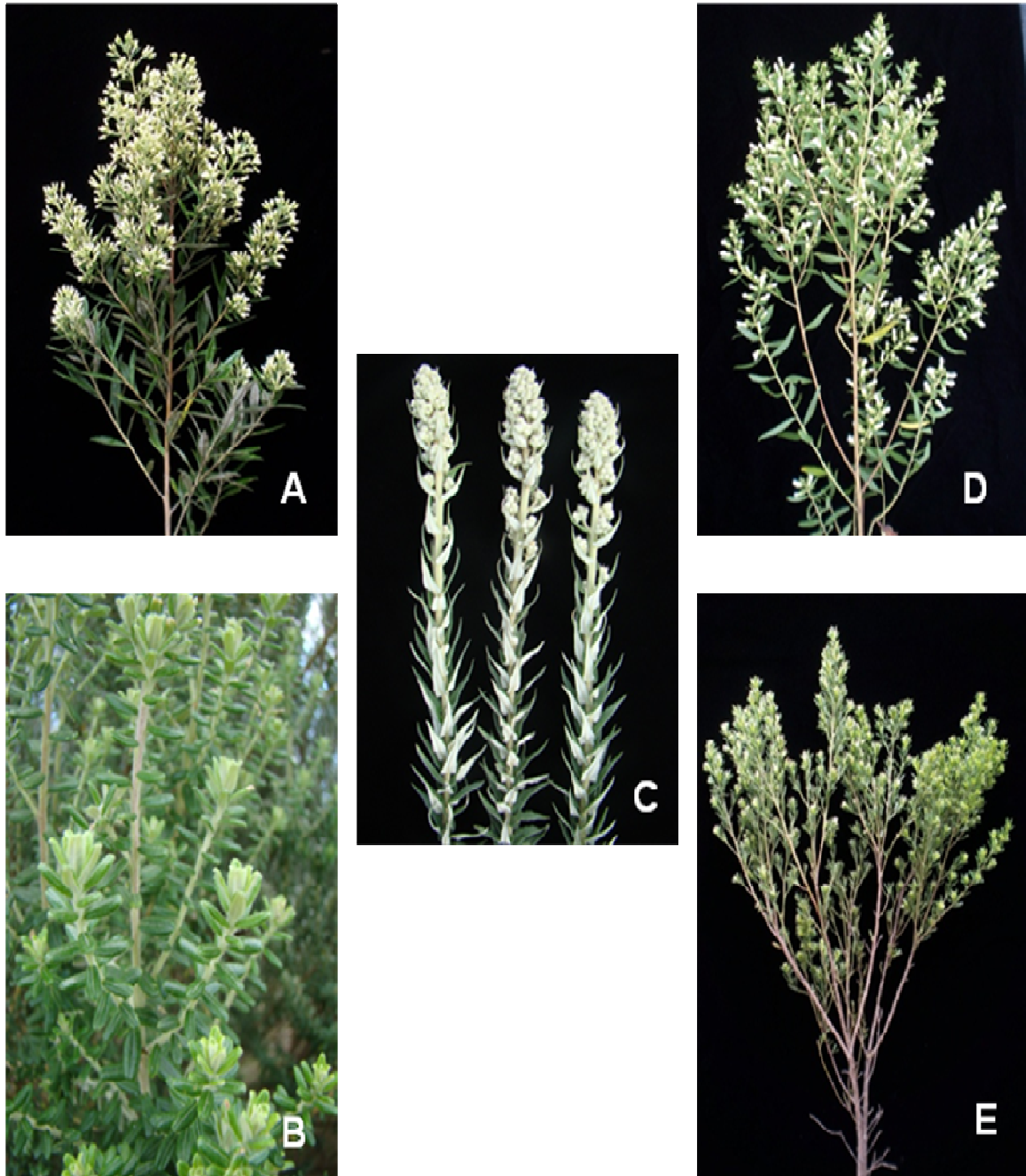


Figure 1 – Asteraceae family, species genus *Baccharis*. A: *B. semiserrata* DC.; B: *B. uncinella* DC.; C: *B. helichrysoides* DC.; D: *B. dracunculifolia* DC.; E: *B. brevifolia* DC.

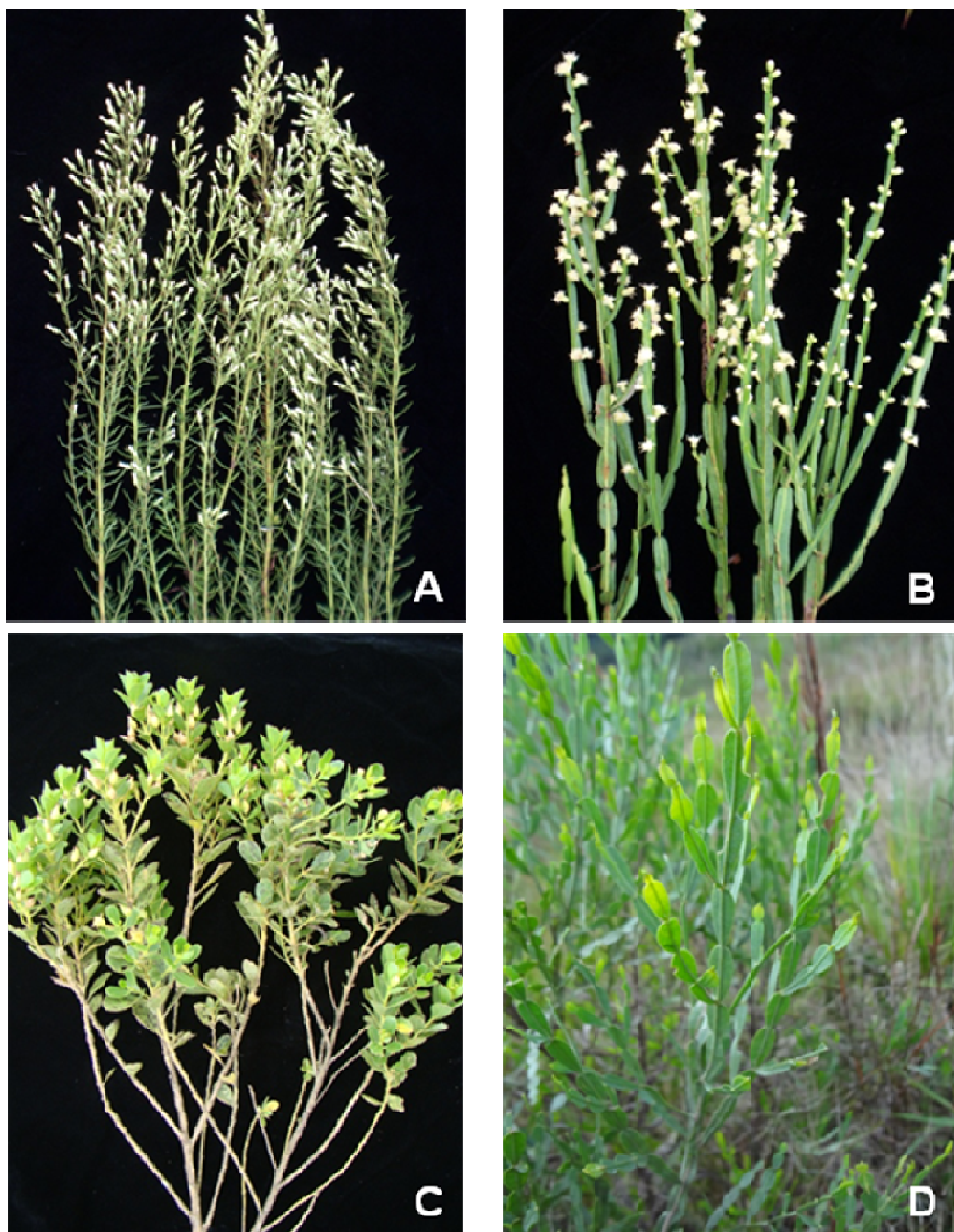


Figure 2 – Asteraceae family, species genus *Baccharis*. A: *B. coridifolia* DC.; B: *B. trimera* (Less.) DC.; C: *B. reticulata* (Ruiz & Pav.) Pers; D: *B. articulata* Lam. (Pers.).

2.2 Essential oil extraction

The essential oil samples were obtained by hydrodistillation of triplicate samples during 4 hours and 30 minutes using a "Clevenger" apparatus with 100g of fresh or 50g of dried material in 1 liter of distilled water. Dried samples were obtained after drying the plant

material for 24 hours in an electric dryer FANEM (320 SE Mod) with air circulation at 40° C. After essential oil extraction, samples were centrifuged at 5,000 rpm for 2 minutes and maintained at - 20° C until analysis.

2.3 Identification of the chemical composition of the essential oil

The identification of the essential oil constituents was performed by gas chromatography coupled to a mass spectrometry (GC/MS). The essential oils were diluted in dichloromethane in the proportion of 1% and 1.0 μL of solution was injected with a split ratio of 1:20 in an Agilent 6890 gas chromatograph (Palo Alto, CA) coupled to a mass selective detector Agilent 5973N. The injector was maintained at 250°C. The separation of the constituents was obtained in an HP-5MS capillary column (5% phenyl - 95 % - dimethylpolysiloxane, 30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μm) using helium as carrier gas (1.0 mL min⁻¹). The oven temperature was programmed from 60-240°C at a rate of 3°C min⁻¹. The mass detector was operated in electronic ionization mode (70 eV) at a rate of 3.15 scan s⁻¹ and mass range from 40 to 450 u. The transfer line was maintained at 260°C, the ion source at 230° C and the analyzer (quadrupole) at 150°C.

For quantification, the diluted samples were injected in an Agilent 7890A chromatograph equipped with a flame ionization detector (FID), operated at 280°C. The same column and analytical conditions described above were employed, except the used carrier gas, which was hydrogen at a flow rate of 1.5 mL min⁻¹. The percentage composition was obtained by electronic integration of the FID signal by the division area of each component to the total area (area %).

The identification of the chemical constituents was obtained by comparing their mass spectra with those of the libraries (Wiley, 1994; NIST, 2013), and also by their linear retention indices, calculated after injection of a homologous series of hydrocarbons (C7 - C26) and compared with literature data (Adams, 2007).

2.4 Data Analysis

Analyses of variance for essential oil yield as well as the Scott-Knott test ($P < 0.05$) of mean comparison procedures were performed using ASSISTAT, release 7.6 Beta (Silva, 2011).

Principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) were performed using the Statistica 8.0 software. HCA displays the data in a way that emphasizes natural groupings and patterns in two-dimensional space. HCA was applied to self-scale data by a one-step approach; was used as a method of Ward amalgam rule and Euclidian distances were used to generate a dendrogram comparison between samples (Kaiser, 1958, Granato *et al.*, 2012).

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Essential oil yield

The essential oil yield of the evaluated species varied from 0.12 to 1.2 % in fresh samples and from 0.06 to 0.85 % mass in dried samples. The species *B. trimera* presented the highest essential oil yield with 1.2 and 0.85 % in fresh and dried samples, respectively (Table 1). Lago *et al.* (2008) found variation from 0.08 to 0.21% in the essential oil yield of leaves of *B. trimera*, *B. uncinella* and *B. dracunculifolia* from Atlantic Forest of São Paulo state. The species *B. articulata*, *B. semiserrata*, *B. uncinella* and *B. milleflora* from Atlantic Forest of Rio Grande do Sul state presented essential oil yield from 0.1 to 0.5%, being the highest in *B. articulata* (0.5%) (Agostini *et al.*, 2005). For most species in this study the essential oil yield was similar to those found in the Atlantic Forest of São Paulo and Rio Grande do Sul, but *B. trimera*, *B. reticulata* and *B. semiserrata* presented higher yields.

The species *B. trimera*, *B. reticulata* and *B. semiserrata* showed a decrease in essential oil yield after drying being reduced 29.1, 27.7 and 49.1 %, respectively. Samples of *B.*

coridifolia showed an increase of 82.3 % in the essential oil yield after drying. For the other species, the drying conditions did not affect the essential oil yield. The difference of essential oil yield after drying can be related to the storage structures of essential oil according to the species (Oliveira e Bastos, 1998; Budel *et al.*, 2004; Budel e Duarte 2007; Budel e Duarte, 2009), which could be disrupted after drying and affect the essential oil yield, as observed for other aromatic species. The reduction of essential oil yield after drying, however, may indicate higher volatility of the specific constituents of those *Baccharis* species.

Table 1 - Essential oil yield (%) of fresh and dried samples of *Baccharis* species from Atlantic Forest, Parana state, Brazil, 2014.

Species	Essential oil yield (fresh samples)	Essential oil yield (dried samples)
<i>B. trimera</i> (Less.) DC.	1.20 Aa*	0.85 Ba
<i>B. reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Pers	0.72 Ab	0.52 Bb
<i>B. coridifolia</i> DC.	0.17 Bd	0.31 Ab
<i>B. dracunculifolia</i> DC.	0.31 Ac	0.43 Ab
<i>B. semiserrata</i> DC.	0.59 Ab	0.30 Bb
<i>B. uncinella</i> DC.	0.34 Ac	0.29 Ab
<i>B. brevifolia</i> DC.	0.25 Ad	0.16 Ac
<i>B. articulata</i> Lam. (Pers.)	0.39 Ac	0.39 Ab
<i>B. helichrysoides</i> DC.	0.12 Ad	0.06 Ad
CV %	27.03	

* The means followed by the same lowercase letter in the column and capital letter in the row do not differ statistically by the Scott-Knott test at 5% probability.

3.2 Chemical composition of the essential oil samples

A total of 69 compounds were identified in the essential oil of the samples (Table 2). This chemical diversity of the *Baccharis* genus has been previously reported by Lago *et al.* (2008), who identified 67 constituents in fresh samples of six *Baccharis* species from the Atlantic Forest of São Paulo State. Agostini *et al.* (2005) also analyzed the essential oils from dried samples of six *Baccharis* species at the environment conditions Rio Grande do Sul and identified 36 constituents.

The species *B. trimera*, *B. reticulata* and *B. semiserrata* presented the highest percentage of monoterpenes in the essential oil in both fresh and dried samples. The species

B. coridifolia, *B. dracunculifolia*, *B. brevifolia*, *B. uncinella*, *B. articulata* and *B. helichrysoides* showed the highest percentages of sesquiterpenes in the essential oil from fresh and dried samples (Table 2). A different composition was observed in the essential oil of *B. semiserrata* from Rio Grande do Sul State which presented 26.05% of monoterpenes and 32.25% of sesquiterpenes, being spathulenol the major constituent (Agostini *et al.*, 2005). According to Table 3, this species collected in Parana showed 65% of monoterpenes and 20.7 % of sesquiterpenes. The major component was β -pinene (41.7 %) and spathulenol level was very low (1.5 %). The essential oil samples of *B. dracunculifolia* presented more sesquiterpenes (78.9 %) than monoterpenes (16.5%), and the major constituent was germacrene D (18.4 %). The composition of *B. trimera* essential showed higher percentage of monoterpenes (53.6 %) compared to sesquiterpenes (37.9 %), and carquejyl acetate (44.5 %) was the major constituent. In the Atlantic Forest from São Paulo, both species presented higher levels of sesquiterpenes, and the major constituents were β -elemene (53.31 %) and α -humulene (19.44 %) for *B. dracunculifolia* and *B. trimera*, respectively (Lago *et al.*, 2008). The differences in the essential oil composition of the species collected from different Atlantic Forest regions indicate very high chemical diversity not only for the genus but also for the species, which are probably related to the environmental conditions in which plants develop (Sangwan *et al.*, 2001; Gobbo - Netto and Lopes, 2007; Morais, 2009; Prins *et al.*, 2010, Taiz and Zeiger, 2010).

The main constituents of the *Baccharis* species were α -pinene (1.4 to 31.7%), β -pinene (0.6 to 41.4 %), caryophyllene oxide (2.0 to 6.4%), limonene (1.0 to 11.0%), spathulenol (0.7 to 32.5%) and α -cadinol (1.6 to 9.7%), which were found in most of the essential oil samples. β -pinene and spathulenol occurred in all species.

Changes in composition of the oil after drying may be related to reactions of oxidation losses, and consequently the formation of other compounds (Yunes *et al.* 2012). In this study,

the drying conditions affect the essential oil composition of most species (Table 2). Dilapiolle was observed only in the essential oil from fresh samples and *B. reticulata* showed no dilapiolle after drying. This phenylpropanoid has medicinal properties (Rali *et al.*, 2007) and has been shown to be effective for pest control in agriculture (Fazolin *et al.*, 2007; Celis *et al.*, 2008). Similarly *B. trimera* did not present carquejyl acetate and palustrol after drying, with an increase in the percentage of geraniol in its essential oil composition. Since this is an important essential oil constituent for the flavor and fragrance industries and has many pharmacological properties (Barnard and Xue, 2004; Si *et al.*, 2006; Sato *et al.*, 2007; Wiseman *et al.*, 2007; Scortichini and Rossi, 2008; Jeon *et al.*, 2009; Khallaayoune *et al.*, 2009; Qualls and Xue, 2009; Müller *et al.*, 2009; Tiwari and Kakkar, 2009; Chen and Viljoen, 2010; Nogueira *et al.*, 2011), *B. trimera* could be used as a raw material to produce geraniol. The species *B. coridifolia*, *B. dracunculifolia*, *B. semiserrata*, *B. brevifolia*, *B. uncinella*, *B. articulata* and *B. helichrysoides* showed a decrease in the content of β -pinene. *B. dracunculifolia* also showed a decrease in the content of germacrene D, bicyclogermacrene and (*E*)-nerolidol after drying. Nerolidol has been used by the cosmetic and perfume industries (Lapczynski *et al.*, 2008; McGinty *et al.*, 2010) and also present pharmacological properties as an antioxidant (Nogueira Neto *et al.*, 2013), anti-nociceptive (Koudou *et al.*, 2005, Santos *et al.*, 2010), antiulcer (Klopell *et al.*, 2007), bactericide and fungicidal (Brehm-Stecher and Johnson, 2003; Park *et al.*, 2009; Johann *et al.*, 2012), leishmanicidal (Arruda *et al.*, 2005), antitripanosomal (Hoet *et al.*, 2006), and anthelmintic (Silva *et al.*, 2014). *B. coridifolia* also showed a decrease of germacrene D, bicyclogermacrene and (*E*)-beta caryophyllene and increase of spathulenol, caryophyllene oxide after drying (Table 2).

Table 2. Essential oil composition (%) of fresh and dried samples of *Baccharis* species from Atlantic Forest, Parana State, Brazil. 2014.

Compounds	IR ^a	IR ^b	Species ^c								
			<i>B. tri</i>	<i>B. ret</i>	<i>B. cor</i>	<i>B. dra</i>	<i>B. sem</i>	<i>B. bre</i>	<i>B. unc</i>	<i>B. art</i>	<i>B. hel</i>
α -thujene	923	924	---	---	---	---	---	---	1.2 (0.7)	---	4.0
α -pinene	933	932	---	31.7 (37.6)	4.7 (0.7)	1.4 (1.1)	9.4 (3.5)	3.9 (4.1)	8.7 (5.4)	4.4 (2.7)	8.0 (5.5)
Canphene	947	946	---	(1.8)	---	---	---	---	---	---	---
Sabinene	972	969	---	---	---	---	---	---	---	---	4,5
β -pinene	976	974	0.6	9.4 (11.0)	5.8 (1.0)	9.5 (6.9)	41.4 (15.8)	13.0 (12.1)	6.1 (3.5)	22.9 (14.0)	11.9 (7.6)
Myrcene	990	988	---	4.5 (2.1)	6.7	---	---	3.4	---	0.7 (0.5)	2.2
p-cymene	1025	1022	---	---	---	---	---	---	0.8	0.5	1.4
Limonene	1027	1024	1.0	7.0 (7.8)	3.2 (1.0)	5.6 (2.7)	11.0 (4.6)	10.7 (6.8)	10.7 (6.0)	2.3 (1.6)	8.8 (8.3)
(<i>E</i>)-beta-ocimene	1046	1044	---	1.4	8.2 (0.7)	---	1.9	1.0	---	---	---
γ -terpinene	1057	1054	---	---	---	---	---	0.8 (0.6)	---	---	---
Linalol	1100	1095	---	---	---	---	1.3 (2.5)	(0.9)	---	---	---
<i>trans</i> -pinocarveol	1138	1135	---	(1.8)	---	---	(3.9)	(1.6)	---	---	---
Pinocarvone	1161	1160	---	---	---	---	(2.9)	(1.3)	---	0.8	---
p-menta-1,5-dien-8-ol	1165	1166	---	(1.4)	---	---	---	---	---	---	---
Terpinen-4-ol	1176	1174	---	1.2 (1.8)	---	---	---	1.4 (1.0)	2.0 (1.3)	---	2.8 (1.5)
α -terpineol	1190	1186	---	(1.4)	---	---	(1.6)	2.4 (1.7)	---	3.9 (3.8)	(0.4)
Mirtenol	1195	1194	---	(2.7)	---	---	(6.0)	(3.1)	---	---	---
Verbenone	1208	1204	---	(1.0)	---	---	---	---	---	---	---
Citronelol	1231	1223	(3.2)	---	---	---	---	---	---	---	---
Geranial	1263	1264	(1.9)	---	---	---	---	---	---	---	---
Geraniol	1256	1249	2.9 (18.9)	---	4.3	---	---	---	---	---	---

Continued table 2.

Compounds	IR ^a	IR ^b	Species ^c								
			<i>B. tri</i>	<i>B. ret</i>	<i>B. cor</i>	<i>B. dra</i>	<i>B. sem</i>	<i>B. bre</i>	<i>B. unc</i>	<i>B. art</i>	<i>B. hel</i>
δ-cadinene	1522	1522	1.6	---	(1.1)	1.7 (1.4)	1.3 (1.3)	1.9	---	0.6 (1.0)	---
Elemol	1549	1548	(3.5)	---	---	---	---	---	---	---	---
Elemicine	1552	1555	---	---	(1.9)	---	---	---	---	---	---
(<i>E</i>)-nerolidol	1563	1561	---	---	---	14.0 (8.2)	---	(10.8)	---	---	0.9
Palustrol	1563	1567	18.5	---	---	---	---	---	---	---	---
Maaliol	1564	1566	---	---	---	---	---	---	---	3.4 (3.4)	1.9
Spathulenol	1573	1577	2.4	(9.5)	8.1 (36.1)	11.0 (12.0)	1.5 (15.1)	0.9 (20.4)	32.5 (39.7)	8.6 (10.8)	24.9 (34.3)
Caryophyllene oxide	1580	1582	(2.8)	(5.1)	2.8 (6.9)	5.7 (5.9)	2.0 (13.1)	8.9 (7.8)	6.4 (5.9)	---	(0.9)
Globulol	1585	1590	---	---	(3.4)	4.0 (4.9)	---	---	---	8.1 (8.1)	---
Viridiflorol	1587	1592	3.0	---	---	---	---	1.0	---	6.2 (6.6)	5.0
Ledol	1596	1602	4.6	---	---	---	---	---	---	---	---
Rosifoliol	1598	1600	---	---	---	---	---	---	---	18.4 (18.6)	2.3 (1.3)
Humelene epoxide II	1604	1608	(0.4)	---	---	---	(5.9)	---	---	---	(3.1)
1-epi-cubenol	1625	1627	---	---	(3.5)	---	(1.4)	---	(1.5)	(1.4)	---
Dillapiolle	1624	1620	(1.9)	33.8	---	---	---	---	---	---	---
γ-eudesmol	1634	1630	---	---	---	---	---	---	(2.0)	---	---
Epi-α-cadinol	1637	1638	1.2 (2.0)	3.4 (5.8)	---	---	---	5.2 (3.8)	---	---	---
Epi-α-muurolol	1638	1640	---	---	---	2.9 (1.5)	---	---	4.3 (4.4)	---	(5.6)
β-eudesmol	1643	1649	5.0	---	---	---	---	---	4.0 (4.3)	---	---
α-muurolol	1643	1646	---	---	---	---	---	---	---	5.3 (6.3)	8.0

Continued table 2.

Compounds	IR ^a	IR ^b	Species ^c								
			<i>B. tri</i>	<i>B. ret</i>	<i>B. cor</i>	<i>B. dra</i>	<i>B. sem</i>	<i>B. bre</i>	<i>B. unc</i>	<i>B. art</i>	<i>B. hel</i>
α -cadinol	1650	1652	2.6 (3.7)	1.6 (3.8)	4.2 (5.7)	3.1 (5.2)	3.7 (5.0)	5.9 (6.2)	4.5 (3.9)	4.6 (5.3)	9.7 (6.2)
(<i>E</i>)-9-epi-caryophyllen-14-ol	1668	1668	(1.5)	---	---	---	---	(3.5)	---	---	---
Cadalene	1672	1675	---	---	---	---	---	---	---	---	(4.3)
Mustacone	1674	1676	---	---	---	(11.2)	---	11.3	---	---	---
Germacra-4(15),5,10(14)-trien-1- α -ol	1682	1685	---	---	(1.8)	5.0 (3.8)	---	---	---	---	---
Ciperotundone	1689	1695	---	---	---	(5.8)	---	4.5	---	---	---
Isobicyclogermacrenal	1729	1733	---	---	---	(2.1)	---	---	---	---	---
Benzyl benzoate	1767	1759	---	---	---	---	---	2.4	---	---	---
Monoterpenes hydrocarbons (%)			6.2 (---)	54.0 (60.3)	28.6 (3.4)	16.5 (10.7)	63.7 (23.9)	32.0 (23.0)	26.3 (14.9)	30.8 (18.8)	36.8 (21.4)
Oxygenated monoterpenes (%)			47.4 (20.8)	2.9 (14.3)	4.3 (---)	---	1.3 (16.9)	3.8 (9.6)	2.0 (1.3)	4.7 (3.8)	3.2 (2.8)
Sesquiterpene hydrocarbons (%)			5.2 (2.9)	2.9 (---)	52.0 (16.7)	33.2 (15.5)	13.5 (6.3)	7.6 (2.3)	3.6 (3.7)	6.7 (8.1)	3.7 (3.6)
Oxygenated sesquiterpenes (%)			32.7 (8.5)	5.0 (24.2)	15.1 (57.4)	45.7 (47.3)	7.2 (34.6)	37.7 (52.5)	51.7 (61.1)	32.8 (38.5)	48.5 (47.0)
Phenylpropanoids (%)			(3.8)	33.8	---	---	---	---	---	---	---
Other			---	---	---	---	---	2.4	1.2	21.7	7.8
			(5.4)	(---)	(1.9)	(13.3)	(5.9)	(0.8)	(2.7)	(24.1)	(8.9)
Total compounds identified (%)			91.5 (41.4)	98.6 (98.8)	100 (79.4)	95.4 (86.8)	85.7 (87.6)	83.5 (88.0)	84.8 (83.7)	96.7 (93.3)	100 (83.7)

^a IR = Calculated Retention Index ^b IR= Literature Retention Index; ^c Species legend: *B. tri* (*Baccharis trimera*); *B. ret* (*Baccharis reticulata*); *B. cor* (*Baccharis coridifolia*); *B. dra* (*Baccharis dracunculifolia*); *B. sem* (*Baccharis semiserrata*); *B. bre* (*Baccharis brevifolia*); *B. unc* (*Baccharis uncinella*); *B. art* (*Baccharis articulata*); *B. hel* (*Baccharis helichrysoides*). ^d Values in parentheses correspond to the essential oil composition of dried samples.

3.3 Chemometric analysis

The UPGMA dendrogram (Figure 3) shows the chemical similarity of the *Baccharis* species, where three distinct clusters according to Euclidean distance were observed this can be explained by the genetic variability among species and populations as well.

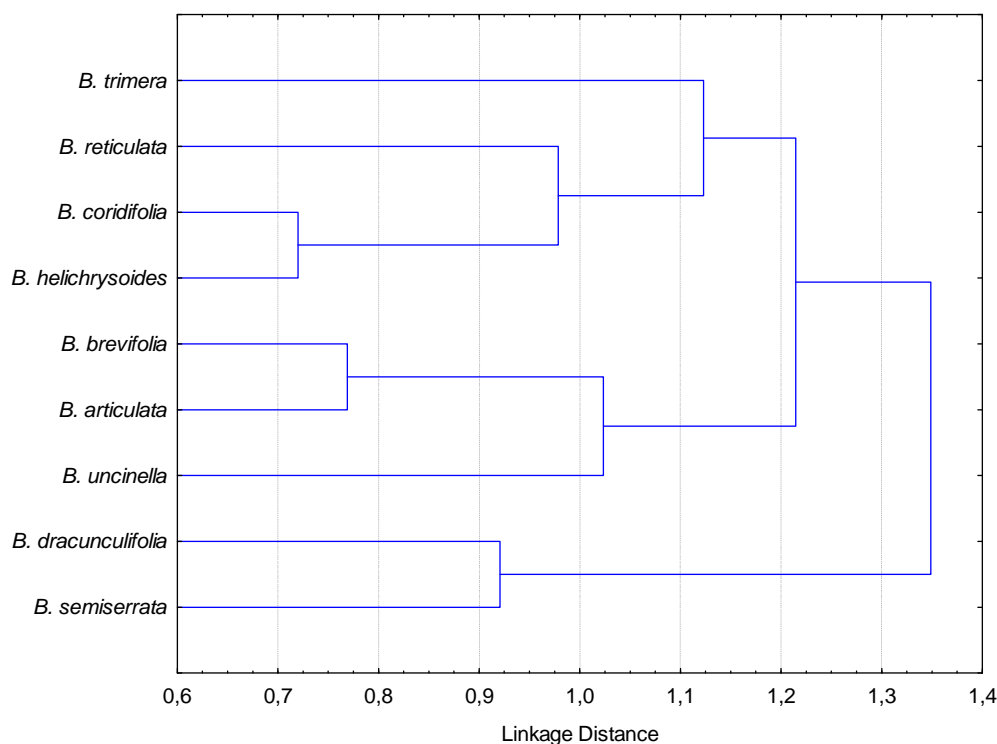


Figure 3 - Chemical similarity from of of *Baccharis* species essential oils.

The first cluster is formed by four species: *B. trimera*, *B. reticulata*, *B. coridifolia*, *B. helichrysoides*. This cluster is characterized by α -pinene (0 – 31.72%), β -pinene (0.6 – 11.9%), limonene (1 – 8.8%), (*E*)- β -caryophyllene (0 – 8.4%), δ -cadinene (0 – 1.6 %), Spathulenol (0 – 24.9%), Caryophyllene oxide (0 – 2.8%), α -cadinol (1.6 – 9.7%). Cluster II, includes the species *B. brevifolia*, *B. articulata*, *B. uncinella*, which present α -pinene (3.9 – 8.7%), β -pinene (6.1 – 22.9%), limonene (2.3 – 10.7%), (*E*)- β -caryophyllene (1.2 – 2.6%), δ -cadinene (0 – 1.9%), spathulenol (0.9 – 32.5%), caryophyllene oxide (0 – 8.9%), α -cadinol (4.5 – 5.9%).

The last cluster consists of α -pinene (1.4 – 9.4%), β -pinene (13 – 41.4%), limonene (5.6 - 11%), (*E*)- β -caryophyllene (2.8 – 3.5%), δ -cadinene (1.3 – 1.7%), Spathulenol (1.5 - 11%), Caryophyllene oxide (2 – 5.7%), α -cadinol (3.1 – 3.7%) in the *B. dracunculifolia* and *B. semiserrata* species.

To determine the degree of phytochemical variations, a principal component analysis (PCA) was performed using a correlation matrix of all the chemical compounds (Table 3).

Table 3 - Eigen values and cumulative variance for factors obtained from principal component analysis (PCA) based on the chemical compositions for the studied *Baccharis* species based on chemical compositions of essential oils.

Compounds	Factors				
	1	2	3	4	5
α -pinene	2.06	-1.63	-0.32	0.21	-1.00
β -pinene	0.55	2.45	-0.99	-1.01	0.17
Limonene	0.42	-2.10	-1.33	-0.72	0.89
(<i>E</i>)- β -cariofilene	-1.88	0.04	0.60	-0.88	-0.02
δ -cadinene	2.38	0.51	2.12	-0.33	-0.14
Spathulenol	1.05	0.85	-0.34	1.73	0.81
Caryophyllene oxide	-2.75	-0.71	1.45	0.43	0.30
α -cadinol	-1.86	0.59	-1.18	0.57	-1.01
Eigenvalue	3.74	2,14	1.63	0.85	0.52
% of variance	41.55	23,82	18.12	9.55	5.82
Cumulative %	41.55	65,38	83.50	93.06	98.88

***significante ≥ 60

The results obtained by PCA based on 8 chemical compounds according to Figure 4. The five factors explain 98.88% of the accumulated variance of the data

being the first two factors considered the most important as they described 65.38% of the accumulated variance (Table 3). The compounds α -pinene, δ -cadinene demonstrates relevant contributions for the principal components (PC 1) with a significance level $\geq 60\%$. β -pinene and spathulenol are compounds which contributed to explain 23.82 % of variance of the principal components (PC 2).

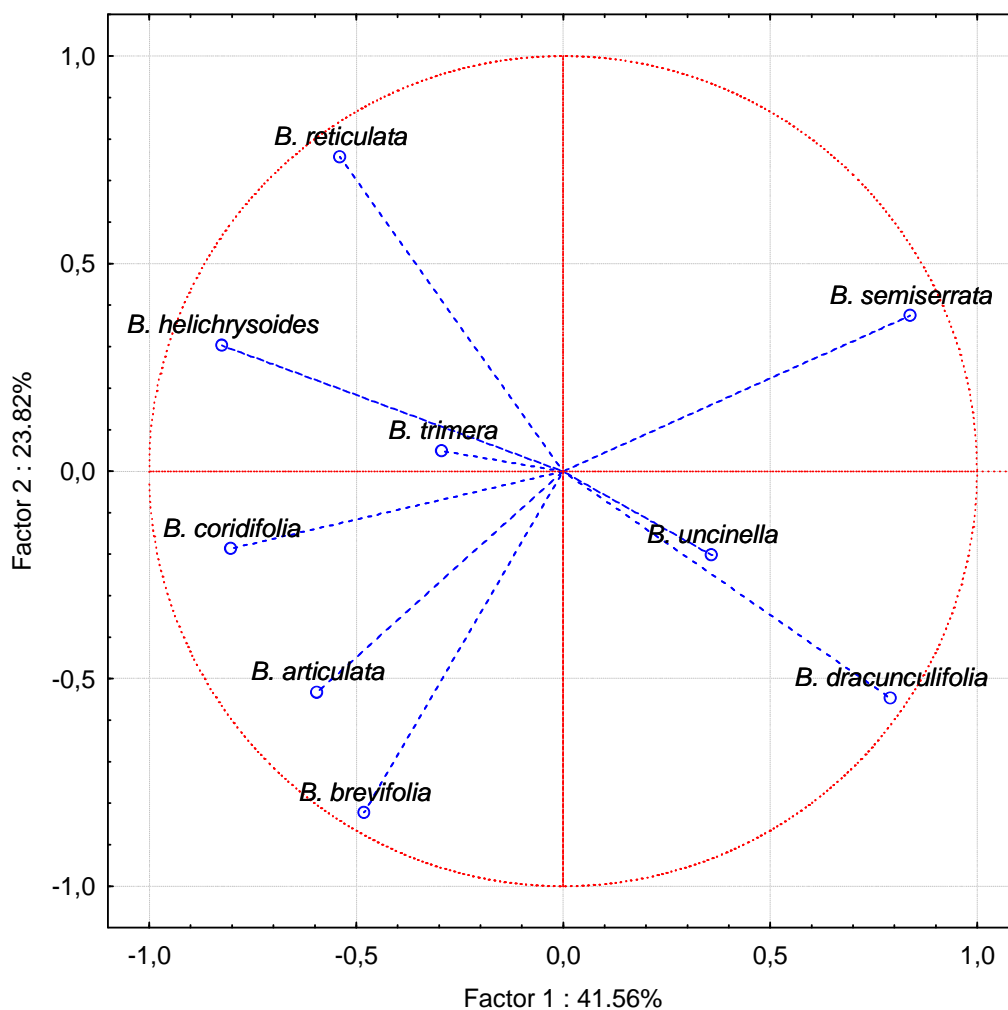


Figure 4 - Biplot of the first two principle components (PCs) for the studied *Baccharis* species based on chemical compositions of essential oils.

4 CONCLUSIONS

Native species of the genus *Baccharis* studied in the Campos Gerais present large variation in essential oil yield and composition.

Baccharis trimera species presents essential oil yield higher than the other species, and the percentage of geraniol is increased after drying.

Drying process affects the yield and the essential oil chemical composition in most species.

Studied species of the genus *Baccharis* showed predominantly mono- and sesquiterpenes in the chemical composition of the essential oil.

Studied species of *Baccharis* genus can be distinguished in three groups according to the essential oil composition of fresh leaves.

Species *B. trimera*, *B. reticulata*, *B. coridifolia* and *B. helichrysoides* have a greater chemical similarity.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the funding from the Agronomy Graduate Program of University of Parana. The authors acknowledge the funding by CAPES – Brazilian Agency Foundation for Research, Brazil – who sponsored the senior author's graduate studies. We are also gratefully acknowledge the “Environment Institute of Parana State” for providing the license to collect and transport the plant material from “The Private Reserve of Natural Heritage Butuguara”, Parana State.

REFERENCES

- Adams, R.P. 2007. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation: Carol Stream.
- Agostini, F.; Santos, A. C. A.; Rossato, M.; Pansera, M. R.; Zattera, F.; Wasum, R. ; Serafini, L. A. 2005. Study of the essential oil of some species of the genus *Baccharis* (Asteraceae) from southern Brazil. Rev. Bras. de Farmacog. 15, 3, 215-220. [Translation]
- Arruda, D.C.; D’Alexandri, F.L.; Katzin, A.M.; Uliana, S.R. 2005. Antileishmanial activity of the terpene nerolidol. Antimicrob Agents Chemother. 5, 1679-1687.
- Barnard, D.R., Xue, R. 2004. Laboratory evaluation of mosquito repellents against *Aedes albopictus*, *Culex nigripalpus*, and *Ochlerotatus triseriatus* (Diptera: Culicidae). Journal of Medical Entomology. 41, 726–730.
- Barroso, G. M. 1976. Compositae – Subtribo Baccharidinae Hoffmann: Estudo das espécies ocorrentes no Brasil. Rodriguésia. 40, 28-31.
- Bedoya-Perez M. A., Isler I., Banks P. B., Mcarthur C. 2014. Roles of the volatile terpene, 1,8-cineole, in plant–herbivore interactions: a foraging odor cue as well as a toxin? Oecologia. 174, 827–837.
- Brehm-Stecher, B.F.; Johnson, E.A. 2003. Sensitization of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* to antibiotics by the sesquiterpenoids nerolidol, farnesol, bisabolol, and apritone. Antimicrob Agents Chemother. 10, 3357-3360.
- Budel J.M; Duarte M.R.; Santos C.A.M.; Farago P.V. 2004. Morphoanatomy Leaf and stem of *Baccharis dracunculifolia* DC., Asteraceae. Acta Farm. Bonaerense. 23, 477-483. [Translation]

- Budel J.M.; Duarte M.R. 2007. Morphological and anatomical features of Parties Vegetative *Baccharis coridifolia* DC Air. (Asteraceae). Latin American Journal of Pharmacy. 26, 723-731. [Translation]
- Budel J.M.; Duarte M.R. 2009. Comparative morphological and anatomical analysis of two species of broom: *Baccharis microcephala* DC. and *B. trimera* (Less.) DC., Asteraceae. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences 45, 75-85. [Translation]
- Burt S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. International Journal of Food Microbiology. 94, 223– 253.
- Celis, A.; Mendoza, C.; Pachón, M.; Cardona, J.; Delgado, W.; Cuca, L. E. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae: Una revisión. Agronomía Colombia. 26, 97-106.
- Chen W., Viljoen A.M. 2010. Geraniol - A review of a commercially important fragrance material. South African Journal of Botany. 76, 643–651.
- Davies P. 2004. Fichas técnicas de cultivo. In: *Estudios em domesticación y cultivo de espécies medicinales y aromáticas nativas*. Publicação Técnica do Instituto Nacional de Investigacion Agropecuária (INIA), Projeto FPTA 137, Uruguai.
- Dicke M, Baldwin I.T. (2010). The evolutionary context for herbivoreinduced plant volatiles: beyond the ‘cry for help’. Trends Plant Sci. 15, 167–175.
- Embrapa – Brazilian Agricultural Research. 2006. Brazilian system of soil classification. 2. ed. Brasília: Embrapa/ National Research Centre Soil and Embrapa / Production Information /Rio de Janeiro: Embrapa Soil. [Translation]

- Fazolin, M.; Estrela, J. L. V.; Catani, V.; Alécio, M. R.; Lima, M. S. 2007. Insecticidal properties of essential oils *Piper hispidinervum* DC.; *Piper aduncum* L. e *Tanecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. Ciência e Agrotecnologia. 31, 113-120. [Translation]
- Forzza, R. C.; Baumgratz, J. F. A.; Bicudo, C. E. M.; Canhos, D. A. L.; Junior Carvalho, A. A.; Coelho, M. A. N.; Costa, A. F.; Costa D. P.; Hopkins, P. M.; Lohmann, L. G.; Lughadha, E. N.; Maia, L. C.; Martinelli, G.; Menezes, M.; Morim, M. P.; Peixoto, A. L.; Pirani, J. R.; Prado, J.; Queiroz, L. P.; Souza, S.; Souza, V. C.; Stehmann, J. R.; Sylvestre, L. S.; Walter, B. M. T.; Zappi, D. C. 2012. New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges. BioScience. 62, 39-45.
- Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1992. Technical manual of Brazilian vegetation. Manuais técnicos em Geociências, n.1, Rio de Janeiro. [Translation]
- Gobbo-Netto, L.; Lopes, N. 2007. Medicinal Plants: Factors of influence on the content of secondary metabolites. Quím. Nova. 30, 2, 374-381. [Translation]
- Granato D., Katayama F.C.U, de Castro I.A. 2012. Characterization of red wines from South America based on sensory properties and antioxidant activity. J Sci Food Agric. 92, 526–533.
- Grecco, S.S., Gimenes, L., Ferreira, M.J.P., Romoff, P., Favero, O.A., Zalewski, C.A., Lago, J.H.G. 2010a. Triterpenoids and phenolic derivatives from *Baccharis uncinella* DC. (Asteraceae). Biochem. Syst. Ecol. 38, 1234–1237.
- Grecco, S.S., Reimão, J.Q., Tempone, A.G., Sartorelli, P., Romoff, P., Ferreira, M.J.P., Fávero, O.A., Lago, J.H.G. 2010b. Isolation of an antileishmanial and

antitrypanosomal flavanone from the leaves of *Baccharis retusa* DC. (Asteraceae). *Parasitol. Res.* 106, 1245–1248.

Grecco S.S., Reimão J.Q., Tempone A.G., Sartorelli P., Cunha R.L.O.R., Romoff P., Ferreira M.J.P., Fávero O.A., Lago J.H.G. 2012. In vitro antileishmanial and antitrypanosomal activities of flavanones from *Baccharis retusa* DC. (Asteraceae). *Experimental Parasitology.* 130, 141–145.

Guimarães N.S.S., Mello J.C., Paiva J.S., Bueno P.C.P., Berretta A.A., Torquato R.J., Nantes I.L., Rodrigues T. 2012. *Baccharis dracunculifolia*, the main source of green propolis, exhibits potent antioxidant activity and prevents oxidative mitochondrial damage. *Food and Chemical Toxicology.* 50, 1091–1097.

Hoet, S.; Stévigny, C.; Hérent, M.F.; Quetin-Leclercq, J. 2006. Antitrypanosomal compounds from the leaf essential oil of *Strychnos spinosa*. *Planta Med.* 5, 480–482.

Jeon, J.H., Lee, C.H., Lee, H.S., 2009. Food protective effect of geraniol and its congeners against stored food mites. *Journal of Food Protection.* 72, 1468–1471.

Johann, S.; Oliveira, F.B.; Siqueira, E.P.; Cisalpino, P.S.; Rosa, C.A.; Alves, T.M.; Zani, C.L.; Cota, B.B. 2012. Activity of compounds isolated from *Baccharis dracunculifolia* D.C. (Asteraceae) against *Paracoccidioides brasiliensis*. *Med. Mycol.* 8, 843–851.

Lago, L. H. G.; Romoff P.; Fávero O. A. 2008. Chemical composition of the essential oils from leaves of six species of the genus *Baccharis* of São Paulo rainforest. *Quím. Nova.* 31, 4, 727–730. [Translation]

Lapczynski, A.; Bhatia, S.P.; Letizia, C.S.; Api, A.M. 2008. Fragrance material review on nerolidol (isomer unspecified). *Food Chem. Toxicol.* 46, 247–250.

- Lawrence, G. H. M. 1951. Taxonomy of Vascular Plants, vol. I, Fundação Galouste Gulbenkian, Lisboa. [Translation]
- Kaiser, H. F. 1958. The Varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, 23, 187–200.
- Khallaayoune, K., Biron, J.M., Chaoui, A., Duvallet, G., 2009. Efficacy of 1% geraniol (Fulltec) as a tick repellent. *Parasite*. 16, 223–226.
- Klopell, F.C.; Lemos, M.; Sousa, J.P.; Comunello, E.; Maistro, E.L.; Bastos, J.K.; de Andrade, S.F. 2007. Nerolidol, an antiulcer constituent from the essential oil of *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae). *Z Naturforsch. C*. 62, 537-542.
- Koudou, J.; Abena, A.A.; Ngaïssona, P.; Bessière, J.M. 2005. Chemical composition and pharmacological activity of essential oil of *Canarium schweinfurthii*. *Fitoterapia*. 76, 700-703.
- Kurdela R.R, López S, Lima B, Feresin G.E, Zygadlo J, Zacchino S, López M.L, Tapia A, Freile M.L. 2012. Chemical composition, anti-insect and antimicrobial activity of *Baccharis darwinii* essential oil from Argentina, Patagonia. *Ind Crop Prod*. 40, 261–267.
- Martinez M.J.A., Bessa A.L., Benito P.B. 2005. Biologically active substances from the genus *Baccharis* (Compositae). *Studies in Natural Products Chem.* 30, 703-759.
- McGinty, D.; Letizia, C.S.; Api, A.M. 2010. Addendum to Fragrance material review on Nerolidol (isomer unspecified). *Food Chem. Toxicol*. 48, 43-45.
- Morais, L. A. S. 2009. Influence of abiotic factors on the chemical composition of the essential oils. *Hort. Bras*. 27, 2 (Suplemento CD-Rom). [Translation]

Müller, G.C., Junnila, A., Butler, J., Kravchenko, V.D., Revay, E.E., Weiss, R.W., Schlein, Y., 2009. Efficacy of the botanical repellents geraniol, linalool, and citronella against mosquitoes. *Journal of Vector Ecology*. 2–8 June.

NIST Chemistry Webbook, edited by P. J. Linstrom and W. G. Mallard, <http://webbook.nist.gov> (accessed in September, 2013).

Nogueira N.P.A., Reis P.A., Laranja G.A.T., Pinto A.C., Aiub C.A.F., Felzenszwalb I., Paes M.C., Bastos F.F., Bastos V.L.F.C., Sabino K.C.C., Coelho M.G.P. 2011. In vitro and in vivo toxicological evaluation of extract and fractions from *Baccharis trimera* with anti-inflammatory activity. *Journal of Ethnopharmacology*. 138, 513– 522.

Nogueira Neto, J.D.; de Almeida, A.A.; da Silva; Oliveira, J.; dos Santos, P.S.; de Sousa, D.P.; de Freitas, R.M. 2013. Antioxidant effects of nerolidol in mice hippocampus after open field test. *Neurochem. Res.* 38, 1861-1870.

Oliveira V.D.C.; Bastos E.M. 1998. Morphological and anatomical aspects of *Baccharis dracunculifolia* DC sheet. (Asteraceae) in order to identify the botanical origin of the propolis. *Acta bot. bras.* 12, 431-439. [Translation]

Oliveira R.N., Rehder V.L.G., Oliveira A.S.S., Montanari Júnior Í., Carvalho J.E., Ruiz A.L.T.G., Jeraldo V.L.S., Linhares A.X., Allegretti S.M. 2012. Schistosoma mansoni: In vitro schistosomicidal activity of essential oil of *Baccharis trimera* (less) DC. *Experimental Parasitology*. 132, 135–143.

Park, M.J.; Gwak, K.S.; Yang, I.; Kim, K.W.; Jeung, E.B.; Chang, J.W.; Choi, I.G. 2009. Effect of citral, eugenol, nerolidol and alpha-terpineol on the ultrastructural changes of *Trichophyton mentagrophytes*. *Fitoterapia*. 80, 290-296.

Passero, L.F.D., Bonfim-Melo, A., Corbett, C.E.P., Laurenti, M.D., Toyama, M.H., Toyama, D.O., Romoff, P., Fávero, O.A., Grecco, S.S., Zalewsky, C.A.,

- Lago, J.H.G. 2011. Anti-leishmanial effects of purified compounds from aerial parts of *Baccharis uncinella* DC. (Asteraceae). Parasitol. Res. 108, 529–536.
- Prins C. L.; Vieira, I. J.C.; Freitas, S. P. 2010. Regulators of growth and production of essential oils. Brazilian J. Plant Physiology, v. 22, n. 2, p. 91-102. [Translation]
- Qualls, W.A., Xue, R.D., 2009. Field evaluation of three botanical repellents against *Psorophora ferox*, *Aedes atlanticus*, and *Aedes mitchellae*. Journal of the American Mosquito Control Association. 25, 379–381.
- Taiz, L.; Zeiger, E. 2010. Plant Physiology, 5 ed. Sunderland: Sinauer Associates.
- Tiwari, M., Kakkar, P., 2009. Plant derived antioxidants-geraniol and camphene protect rat alveolar macrophages against t-BHP induced oxidative stress. Toxicology in Vitro. 23, 295–301.
- Rali, T.; Wossa, S. W.; Leach, D. N.; Waterman, P. G. 2007. Volatile chemical constituents of *Piper aduncum* L and *Piper gibbilimum* C. DC (Piperaceae) from Papua New Guinea. Molecules.12, 389-94.
- Ribeiro, M.C., Martensen, A.C., Metzger, M., Tabarelli, F., Scarano, F. 2011. The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. Zachos F.E., Habel, J.C. (Eds.), Biodiversity Hotspots: Distribution and Protection of Conservation Priority Areas, Springer.
- Sangwan, N. S.; Farooqi, A. H. A.; Shabih F.; Sangwan R. S. 2001. Regulation of essential oil production in plants. Plant Growth Regul. 34, 3-21.
- Sanchez F, Korine C, Steeghs M, Laarhoven L.J, Cristescu S, Harren F.M, Dudley R, Pinshow B. 2006. Ethanol and methanol as possible odor cues for Egyptian fruit bats (*Rousettus aegyptiacus*). J Chem. Ecol. 32, 1289–1300.

- Santos D.A., Fukui M.J., Nanayakkara N.P. D., Khan S.I., Sousa J.P.B., Bastos J.K., Andrade S.F., Silva Filho A.A., Quintão N.L.M.. 2010. Anti-inflammatory and antinociceptive effects of *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae) in different experimental models. *Journal of Ethnopharmacology*. 127, 543–550.
- Sato, K., Krist, S., Buchbauer, G., 2007. Antimicrobial effect of vapours of geraniol, (R)-(-)-linalool, terpineol, γ -terpinene and 1, 8-cineole on airborne microbes using an airwasher. *Flavour and Fragrance Journal*. 22, 435–437.
- Scortichini, M., Rossi, M.P., 2008. In vitro susceptibility of *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. to geraniol and citronellol. *Journal of Applied Microbiology*. 71, 113–118.
- Si, W., Gong, J., Tsao, R., Zhou, T., Yu, H., Poppe, C., Johnson, R., Du, Z. 2006. Antimicrobial activity of essential oils and structurally related synthetic food additives towards selected pathogenic and beneficial gut bacteria. *Journal of Applied Microbiology*. 100, 296–305.
- Silva, F.A.S. 2011. Assistat - statistical assistance, versão 7.6 (Beta). Campina Grande: UFCG. [Translation]
- Silva, M.P.N.; Oliveira, G.L.S.; Carvalho, R.B.F.; Sousa, D. P.; Freitas, R. M.; Pinto, P.L.S.; Morais J. 2014. Antischistosomal Activity of the Terpene Nerolidol. *Molecules*. 19, 3793-3803.
- Simões, C. M. O.; Schenkel, E. P.; Gosman, G.; Mello, J. C. P.; Mentz, L. A.; Petrovick, P. R. 2007. In *Pharmacognosy: Plant drug*. Simões C. M. O; Spitzer V. Porto Alegre/Florianópolis, 6ª ed. [Translation]
- Verdi L. G.; Brighente, I. M. C.; Pizzolatti M. G. 2005. *Baccharis* (Asteraceae): chemical, biological and economic aspects. *Quím. Nova*. 28, 85-94. [Translation]

Wiley Registry of Mass Spectral Data. 1994. 6th edn. Wiley Interscience, New York,

Wiseman, D.A., Werner, S.R., Crowell, P.L., 2007. Cell cycle arrest by the isoprenoids perillyl alcohol, geraniol, and farnesol is mediated by p21^{Cip1} and p27^{Kip1} in human pancreatic adenocarcinoma cells. *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. 320, 1163–1170.

Wons, I. 1994. Paraná Geography: with general geography basics. 6. ed. Curitiba: Renewed education, 185 p. [Translation]

Yunes, R. A. 2012. In *Chemistry of natural products: new drugs and modern pharmacognosy*; Yunes, R. A.; Cechinel Filho V., Org.; 3^a Ed. Univali, Itajaí, 384p. [Translation]

4. CAPÍTULO III: TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE ESPÉCIES DA FAMÍLIA ASTERACEAE NOS CAMPOS GERAIS DO ESTADO DO PARANÁ.

***Wanderlei do Amaral^a; Cícero Deschamps^a; Luiz Antonio Biasi^a;
Humberto R. Bizzo^b; Marco Antonio S. Pinto^c**

^a Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, 81531-990, Curitiba – Paraná – Brasil. Email: wdoamaral@ufpr.br ; cicero@ufpr.br ; biasi@ufpr.br Tel: 55 – 41- 3350-5687

^b Embrapa Agroindústria de Alimentos, 23020-470 Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Email: humberto.bizzo@embrapa.br

^c Embrapa Gado de Leite, 36038-330 Juiz de Fora, MG, Brasil. Email: marco.pinto@embrapa.br

*E-mail: wdoamaral@ufpr.br

Artigo formatado para a revista Chemistry & Biodiversity

YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL OF
SPECIES OF ASTERACEAE FAMILY IN THE “CAMPOS GERAIS”,
PARANA STATE, BRAZIL.

The essential oil yield and composition of 17 species of the Asteraceae family have been evaluated. Samples were obtained by hydrodistillation of the leaves and inflorescences and analyzed by gas chromatography-mass spectrometry. A total of 15 species presented essential oil with yields from 0.06 to 3.36% in fresh samples and from 0.07 to 2,53% in dried samples. *Erechtites valerianifolius* (Wolf.) DC. showed the highest essential oil yield in both fresh and dried samples. Seventy-nine constituents were identified in the essential oil from the Asteraceae species, mainly monoterpenes and sesquiterpenes.

Key-words: medicinal and aromatic plants, Asteraceae, Atlantic Forest.

1 INTRODUÇÃO

O bioma Floresta Atlântica tem o maior número de espécies de plantas entre os biomas brasileiros, com mais de 19.000 espécies das quais mais de 7.600 são espécies endêmicas. [1] Os "Campos Gerais" são uma formação vegetacional da Floresta Atlântica no sul do Brasil e representam um ecossistema altamente interativo, sendo considerado um dos "hot spots" do Planeta. [2] A distribuição das espécies é condicionada por fatores bióticos e abióticos, principalmente geada, a seca e os incêndios, e pelas atividades humanas. [3, 4] Tais variações nas condições ambientais afetam o metabolismo da planta, resultando na produção de uma grande diversidade de compostos secundários, incluindo óleos essenciais. [5-8] Estes compostos químicos, geralmente conhecidos por causa de seu uso pelas indústrias alimentícia e farmacêutica [5] [9-12], são produzidos pelas plantas principalmente, para a proteção e / ou atração de polinizadores. [13]

Ocorrem na Floresta Atlântica 271 gêneros da família Asteraceae com 1.965 espécies, das quais 1.289 são endêmicas. [1] É considerada uma das mais importantes famílias com espécies medicinais [14] e muitas espécies são utilizadas como uma fonte de óleo essencial com importância econômica e farmacológica, tal como a camomila (*Matricaria chamomilla*) [15] espécie exótica e espécies nativas como a carqueja (*Baccharis trimera*) [16] e a marcela (*Achyrocline satureioides*). [17-22]

Além dos fatores ambientais e genéticos, a secagem do material vegetal também influencia no teor e composição química dos óleos essenciais das espécies aromáticas.

Embora existam vários estudos florísticos e estruturais para a Mata Atlântica no sul do Brasil, [23-27] a flora aromática ainda é pouco conhecida. Este estudo teve como objetivo avaliar o teor e a composição química dos óleos essenciais de espécies de Asteraceae nos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 Teor dos óleos essenciais

Das 17 espécies distribuídas em 13 gêneros da família Asteraceae estudadas, 13 espécies apresentaram óleo essencial, cujo teor variou de 0,06 a 3,36% nas amostras de plantas frescas. Destas, apenas 10 espécies apresentaram óleo essencial nas plantas secas, com variação de 0,07 a 2,53% (Tabela 1). As espécies *Pterocaulon virginatum* (L.) DC., *Pterocaulon angustifolium* DC., *Vernonanthura phosphorica* (Vell.) H. Rob e *Austroeupatorium laetevirens* (H & A.) R. M. King & H. Rob. não apresentaram óleo essencial pelo método de hidrodestilação tanto em amostras de plantas frescas como secas.

As espécies *Eupatorium compressum* Gardner, *Stevia alternifolia* Hieron e *Vernonanthura westiniana* (Less.) H. Robnson apresentaram óleo essencial apenas nas amostras frescas e em baixo teor (Tabela 1).

[INSERIR TABELA 1]

Erechtites valerianifolius apresentou teor superior às demais espécies quando a extração foi realizada com material fresco (33,6%) e seco (25,3%) (Tabela 1).

As espécies *Achyrocline satureioides*, *Solidago chilensis* e *Vernonia nitidula* mantiveram seus teores de óleo essencial após a secagem. *Conyza bonariensis*, *Eupatorium intermedium*, *E. valerianifolius*, *Erechtites hieraciifolius*, *Mikania cordifolia* e *Symphyopappus cuneatus* apresentaram um decréscimo no teor do óleo (29,9; 52,2; 24,7; 27,4; 58,4 e 34,5 %, respectivamente) após a secagem. Estes resultados podem indicar a maior volatilidade dos constituintes destas espécies sendo constituídos principalmente de monoterpenos e sesquiterpenos, e estruturas anatômicas de armazenamento. [9,10,13,28,29] Já *Senecio leptoschizus*, por sua vez, apresentou um aumento de 34,4% no teor de óleo essencial após a secagem (Tabela 1), o que pode estar relacionado às estruturas internas de armazenamento de óleo essencial no tecido foliar. Estudos realizados com o eucalipto, [30] e com capim limão, [31] indicam que a secagem facilita o rompimento das células lisígenas internamente ao parênquima resultando em aumento dos teores de óleos essenciais. [32] Cabem futuros trabalhos para caracterização anatômica das estruturas de armazenamento do óleo essencial nestas espécies, bem como estabelecimento de protocolo de secagem.

2.2 Composição química dos óleos essenciais

Foram identificados 79 constituintes nas amostras de óleo essencial de plantas frescas e 71 em amostras secas, correspondendo à identificação em média de 87,3 e 96,3 % dos compostos, respectivamente (Tabela 2).

As amostras de óleo essencial das espécies de Asteraceae obtidas de plantas frescas apresentaram como constituintes majoritários para *A. satureioides* o alfa-pineno (26,9%) e (*E*)-cariofileno (26,6%), *C. bonariensis* o limoneno (66,3%) e acetato de 2-heptila (6,9%), *E. intermedium* o alfa-pineno (22,3%) e khusimol (10,9%), *E. compressum* o limoneno (19,5%) e mustacona (14,0%), *E. valerianifolius* o alfa-pineno (25,8%) e sabineno (17,0%), *E. hieraciifolius* o dilapiol (33,8%) e alfa-pineno (33,0%), *M. cordifolia* o limoneno (19,2%) e beta-pineno (17,8%), *S. chilensis* o germacreno D (29,6%) e biciclogermacreno (11,6%), *V. westiniana* o germacreno D (17,2%) e (*E*)-cariofileno (14,9%), *V. nitidula* o espatulenol (9,9%) e guaiol (7,2%), *S. cuneatus* o limoneno (31,6%) e espatulenol 922,2%), *S. leptoschizus* o espatulenol (11,5%) e mirceno (10,8%), *S. alternifolia* o biciclogermacreno (23,7%) e germacreno D (13,8%).

[INSERIR TABELA 2]

Após a secagem não se observou variação expressiva na composição química das espécies *C. bonariensis*, *E. valerianifolius*, *M. cordifolia*, *V. nitidula* e *S. cuneatus* (Tabela 2). Em outras espécies, entretanto, foram verificadas grandes variações na composição do óleo essencial obtido da planta fresca comparado ao obtido de planta seca. Cerca de um terço da composição do óleo essencial de *E. hieraciifolius* obtido a partir da planta

fresca era de dilapiol. No óleo do mesmo material obtido após secagem, o fenilpropanóide não foi detectado. Como esta substância possui ponto de ebulição mais elevado, pode-se especular que a redução no seu teor esteja associada ao processo oxidativo. Em *S. chilensis* houve redução nos teores de germacreno D e de biciclogermacreno no óleo da planta seca, bem como expressivo aumento na quantidade de óxido de cariofileno e de globulol. Para *E. intermedium* verificou-se um aumento nos teores de espatulenol e óxido de cariofileno. Partes destas alterações na composição podem ser explicadas em função de processos de oxidação dos componentes do óleo essencial, com a consequente formação de óxidos e alcoóis, não raro com rearranjo da cadeia carbônica. [9, 28,33, 34,35]

A composição química identificada das espécies da família Asteraceae (Tabela 3) apresentaram em média 39,9 e 43,8 % de monoterpenos; 0,8 e 2,9 % de monoterpenos oxigenados; 21,8 e 12,2 % de sesquiterpenos e 17,6 e 20 % de sesquiterpenos oxigenados, nas plantas frescas e secas respectivamente, nas quais os constituintes limoneno e cariofileno estão presentes em 90 % das amostras analisadas, o que está provavelmente relacionado ao fato destes constituintes serem precursores nas rotas biossintéticas de mono e sesquiterpenos.

As espécies *C. bonariensis*, *E. intermedium*, *E. valerianifolius*, *E. hieraciifolius*, *M. cordifolia*, *S. cuneatus* e *S. leptoschizus* (Tabela 2) apresentaram em seus componentes maior porcentagem de monoterpenos. Já os sesquiterpenos foram mais abundantes em *A. satireioides*, *E. compressum*, *S. chilensis* e *V. westiniana*, *V. nitidula*, *S.*

alternifolia, porém após a secagem *A. satureioides* apresentou mais monoterpenos. A espécie *V. westiniana* apresentou em sua composição apenas sesquiterpenos.

3 CONCLUSÃO

As espécies da família Asteraceae incluídas neste trabalho apresentam grande amplitude no teor de óleo essencial. Além do fator genético, o processo de secagem afeta o teor de óleo essencial na maioria das espécies. A espécie *E. valerianifolius* apresenta teor de óleo essencial superior às demais espécies. Os constituintes identificados do óleo essencial das espécies de Asteraceae foram predominantemente monoterpenos e sesquiterpenos.

4 PARTE EXPERIMENTAL

4.1 Material vegetal

As coletas dos materiais vegetais (ramos terminais e ou inflorescências) para a extração do óleo essencial foram realizadas de 14 de fevereiro de 2011 a 04 de fevereiro de 2012, na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Butaguara, área de 417 hectares, no município de Palmeira, PR, com formações de Campos Gerais, com altitudes que variam de 985 a 1.145m, localizada a 25° 20.884' S e 049° 47.258' W, com solos predominantemente das classes Litossolo e Cambissolo. [36] Conforme classificação de Köppen o clima da região é tipo Cfb, temperado, com verão ameno, temperaturas médias anuais em torno de

17°C, com geadas severas e frequentes e pluviosidade média de 1.200mm ano.

A coleta e o transporte do material vegetal da reserva foram realizados mediante licença pelo Instituto Ambiental do Paraná sob o nº 284/11.

Foram coletadas 17 espécies (Figuras 1 e 2), *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC (HFIE 8.290), *Austroeupatorium laetevirens* (H& A.) R. M. King & H. Rob. (HFIE 8.517), *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist (HFIE 8.514), *Eupatorium intermedium* DC. (HFIE 8.250), *Eupatorium compressum* Gardner. (HFIE 8.266), *Erechtites valerianifolius* (Link ex Spreng.) DC. (8.330), *Erechtites hieraciifolius* (L.) RAF. ex DC. (8.333), *Mikania cordifolia* (L.f.) Willd (8.325), *Pterocaulon virginatum* (L.)DC. (8.373), *Pterocaulon angustifolium* DC. (HFIE 8.291), *Stevia alternifolia* Hieron (8.516), *Senecio leptoschizus* Bongard (HFIE 9.001), *Solidago chilensis* Meyen (HFIE 8.362), *Symphyopappus cuneatus* (DC) Sch Bip. Ex Baker (HFIE 9.005), *Vernonanthura westiniana* (Less) H. Robnson (HFIE 8.258), *Vernonanthura phosphorica* (Vell.) H.Rob. (HFIE 8.364), *Vernonia nitidula* Lessing (HFIE 8.996). A localização das espécies foi georeferenciada e para identificação foram feitas exsicatas e registro fotográfico. As exsicatas foram transportadas até o Herbário das Faculdades Integradas Espírita (HFIE), onde foram herborizadas, [37,38] sendo tombadas no acervo do Herbário HFIE. As determinações foram feitas pelos botânicos Antonio Dunaiski Jr (HFIE), Wanderlei do Amaral (HFIE) e Osmar dos Santos Ribas (MBM). As duplicatas foram enviadas ao Herbário do Museu Botânico Municipal (MBM) e Herbário da Universidade Federal do Paraná, Ciências Biológicas (UPCB).

Amostras de aproximadamente 1 kg de ramos terminais e / ou inflorescências foram coletadas de no mínimo 10 exemplares. Os ramos terminais e / ou inflorescências para a extração com material seco, foram submetidas à secagem em secador elétrico modelo FANEM - Mod. 320 SE com circulação de ar, a 40°C por 24 horas.

Para determinação do teor de umidade dos ramos terminais e ou inflorescências no momento da extração foram coletadas amostras de 20 g, em triplicatas, submetidas à secagem em secador elétrico modelo FANEM - Mod. 320 SE com circulação de ar, a 65 °C até massa constante.

4.2 Extração do óleo essencial

O método utilizado foi a hidrodestilação durante 4 horas e 30 minutos em aparelho de Clevenger utilizando-se 100 g de material fresco e 50 g seco em 1 L de água destilada, com 3 repetições. [39]

Após a extração, as amostras de óleo essencial foram coletadas com micropipeta de precisão, acondicionadas em microtubos de 2 mL e centrifugadas a 5.000 rpm por 2 minutos, separando-se o resíduo de água do óleo. Para o cálculo do teor de óleo essencial, aferiu-se a massa total do óleo essencial de cada amostra em balança analítica de precisão.

4.3 Identificação dos constituintes do óleo essencial

A identificação dos constituintes químicos do óleo essencial foi realizada por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM). Os óleos essenciais foram diluídos em diclorometano na proporção de 1 % e 1,0 µL da solução foi injetada, com divisão de fluxo de

1:20 em um cromatógrafo Agilent 6890 (Palo Alto, CA) acoplado a detector seletivo de massas Agilent 5973N. O injetor foi mantido a 250°C. A separação dos constituintes foi obtida em coluna capilar HP-5MS (5%-fenil-95%-dimetilpolissiloxano, 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) e utilizando hélio como gás carreador (1,0 mL min⁻¹). A temperatura do forno foi programada de 60 a 240°C a uma taxa de 3°C min⁻¹. O detector de massas foi operado no modo ionização eletrônica (70 eV), a uma taxa de 3,15 varreduras s⁻¹ e faixa de massas de 40 a 450 u. A linha de transferência foi mantida a 260 °C, a fonte de íons a 230 °C e o analisador (quadrupolo) a 150 °C.

Para a quantificação, as amostras diluídas foram injetadas em cromatógrafo Agilent 7890A equipado com detector de ionização por chama (DIC), operado a 280 °C. Foram empregadas as mesmas coluna e condições analíticas descritas acima, exceto pelo gás carreador usado, que foi o hidrogênio, a uma vazão de 1,5 mL min⁻¹. A composição percentual foi obtida pela integração eletrônica do sinal do DIC pela divisão da área de cada componente pela área total (área %).

A identificação dos constituintes foi obtida por comparação de seus espectros de massas com aqueles das espectrotescas Wiley [40] e NIST [41] e também por seus índices de retenção linear [42] calculados a partir da injeção de uma série homóloga de hidrocarbonetos (C₇-C₂₆) e comparados com dados da literatura. [43]

4.4 Análise dos dados

As variâncias foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Para isso utilizou-se o programa estatístico ASSISTAT versão 7.6 Beta. [44]

REFERÊNCIAS

- [1] RC Forzza; JFA Baumgratz; CEM Bicudo; DAL Canhos; AA Junior Carvalho; MAN Coelho; AF Costa; DP Costa; PM Hopkins; LG Lohmann; EN Lughadha; LC Maia; G Martinelli; M Menezes; MP Morim; AL Peixoto; JR Pirani; J Prado; LP Queiroz; S Souza; VC Souza; JR Stehmann; LS Sylvestre; BMT Walter; DC Zappi. *BioScience*, **2012**, 62,39.
- [2] DN Bilenca, FO Miñarro, *Identificação de áreas valiosas de pastizal (AVPs) em lãs pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil*. Fundación Vida Silvestre, Argentina, 2004.
- [3] VP Pillar, *Estado atual e desafios para a conservação dos campos. Workshop*. Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.
- [4] MS Melo, GB Guimarães, AF Ramos, CC Prieto, “*Relevo e Hidrografia dos Campos Gerais*”. In: MELO, M. S. de; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Orgs.) *Patrimônio Natural dos Campos Gerais*. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, PR. Editora UEPG, 2007.
- [5] L. Gobbo-Netto, N. Lopes, *Quím. Nova*. **2007**, 30, 374.

- [6] NS Sangwan, AHA Farooqi, F. Shabih, RS Sangwan, *Plant Growth Regul.* **2001**, 34, 3.
- [7] 7LAS Moraes, *Hortic. Bras.* **2009**, 27 (Suplemento CD-Rom) S4050.
- [8] CL Prins, IJC Vieira, SP Freitas, *Braz. J. Plant Phys.* **2010**, 22, 91.
- [9] G. Sacchetti, S. Maietti, M. Muzzoli, M. Scaglianti, S. Manfrendini, M. Radice, R. Bruni, *Food Chemistry.* **2005**, 91, 621.
- [10] AL Biasi, C. Deschamps, *Plantas aromáticas do cultivo à produção de óleo essencial*. Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 1ª edição, Curitiba, 2009.
- [11] HB Bizzo, AM Hovell, CM Rezende, *Quím. Nova.* **2009**, 32, 588.
- [12] SAM Souza, MR Meira, LS Figueiredo, ER Martins, *Enc. Biosfera.* **2010**, 6, 1.
- [13] L. Taiz, E. Zeiger, *Fisiologia Vegetal*, 4 ed. Porto Alegre, 2009.
- [14] AA Craveiro, AG Fernandes, CHS Andrade, FJA Matos, JWD Alencar, MIL Machado, *Óleos essenciais de plantas do nordeste*. Editora UFC: Fortaleza, 1981.
- [15] W. Amaral, C. Deschamps, MP Machado, HS Koehler, AP Scheer, L. Cocco, C. Yamamoto, *Hort. Bras.* **2012**, 30, 195.
- [16] MVA Xavier, SSS Brito, CRF Oliveira, CHC Matos, MADSC Pinto, *Rev. Bras. Pl. Med.* **2012**, 14, 214.
- [17] G Ferraro, C Anesini, A Ouviaña, D Retta, R Filip, M Gattuso, S Gattuso, O Hnatyszyn, AL Bandoni. *Lat. Am. J. Pharm.* **2008**, 27, 626.
- [18] TM Takeuchi, ML Rubano, MAA Miereles. *Food Bioprocess Technol.* **2010**, 3, 804.

- [19] MB Joray, MR del Rollán, GM Ruiz, S.M Palacios, M.C Carpinella. *Planta Medica*. **2011**, 77, 95.
- [20] D Retta, E Dellacasa, J Villamil, SA Suárez, AL Bandoni. *Ind. Crops Prod.* **2012**, 38, 27.
- [21] RMF Vargas, MST Barroso, R Góes Neto, R Scopel, MA Falcão, CF da Silva, E Cassel. *Ind. Crops Prod.* **2013**, 50, 430.
- [22] MB Joray, SM Palacios, MC Carpinella. *Phytomedicine*. **2013**, 20, 258.
- [23] KK Kita, MC Souza, *Acta Scientiarum: Biological Sciences*. **2003**, 25, 145.
- [24] AC Cervi, G. Hatschbach, LV Linsingen, *Fontqueria*. **2007**, 55, 423.
- [25] AC Cervi, LV Linsingen, G. Hatschbach, SO Ribas, *Boletim do Museu Botânico Municipal*. **2007**, 69, 1.
- [26] K. Dalazoana, TA Barbosa, RS Moro, *A vegetação nas unidades de paisagem na porção da escarpa devoniana, Parque Nacional dos Campos Gerais, PR.* disponível em: http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo2/006.pdf, (acessado em dezembro de 2012).
- [27] J. Kipper, ED Chambó, S. Stefanello, RC Garcia, *Sci. Agr. Paranaensis*. **2010**, 9, 82.
- [28] RA Yunes, *Química de produtos naturais: novos fármacos e a moderna farmacognosia*; Yunes, R. A.; Cechinel filho V., Org.; 3ª Ed. Univali: Itajaí, 2012.

- [29] FA Pimentel, MG Cardoso, MA Andrade, LM Zacaroni, LGL Guimarães, APSP Salgado, J. Freire, FR Muniz, AR Moraes, *Quím. Nova.* **2008**, 31, 523.
- [30] VT Mochi, *Dissertação de mestrado*, Universidade de Campinas, Brasil, 2005.
- [31] AP Martinazzo, *Tese de doutorado*, Universidade Federal de Viçosa. Brasil, 2006.
- [32] FA Pimentel, MG Cardoso, MA Andrade, LM Zacaroni, LGL Guimarães, *Quím. Nova.* **2012**, 35, 715.
- [33] FF Barbosa, LC Barbosa, EC Melo, FM Botelho, RH Santos, *Quím. Nova.* **2006**, 29, 1221.
- [34] EC Melo, LL Radünz, RCA Melo, *Engenharia na Agricultura.* **2004**, 12, 307.
- [35] AF Blank, *Rev. Bras. Pl. Med.* **2005**, 8, 73.
- [36] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2006.
- [37] Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Manuais técnicos em Geociências, n. 1: Rio de Janeiro, 1992.
- [38] GHM Lawrence, *Taxonomia das Plantas Vasculares*, volume I, Fundação Galouste Gulbenkian: Lisboa, **1951**.
- [39] R. Wasicky, *Rev. Bras. Cien. Farm.* **1963**, 1, 77.
- [40] Wiley Registry of Mass Spectral Data, 6th edn. Wiley Interscience,: New York (1994).

- [41] NIST Chemistry Webbook, edited by P. J. Linstrom and W. G. Mallard, <http://webbook.nist.gov> (acessado em setembro de 2013).
- [42] H. Van den Dool, PD Kratz, *J. Chromatogr.* **1963**, 2, 463.
- [43] RP Adams, *Identification of essential oil components by gas chromatography/ mass spectrometry*. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2007.
- [44] FAZ Silva, Assistat – assistência estatística, versão 7.6 (Beta). UFCG, Campina Grande, 2011.

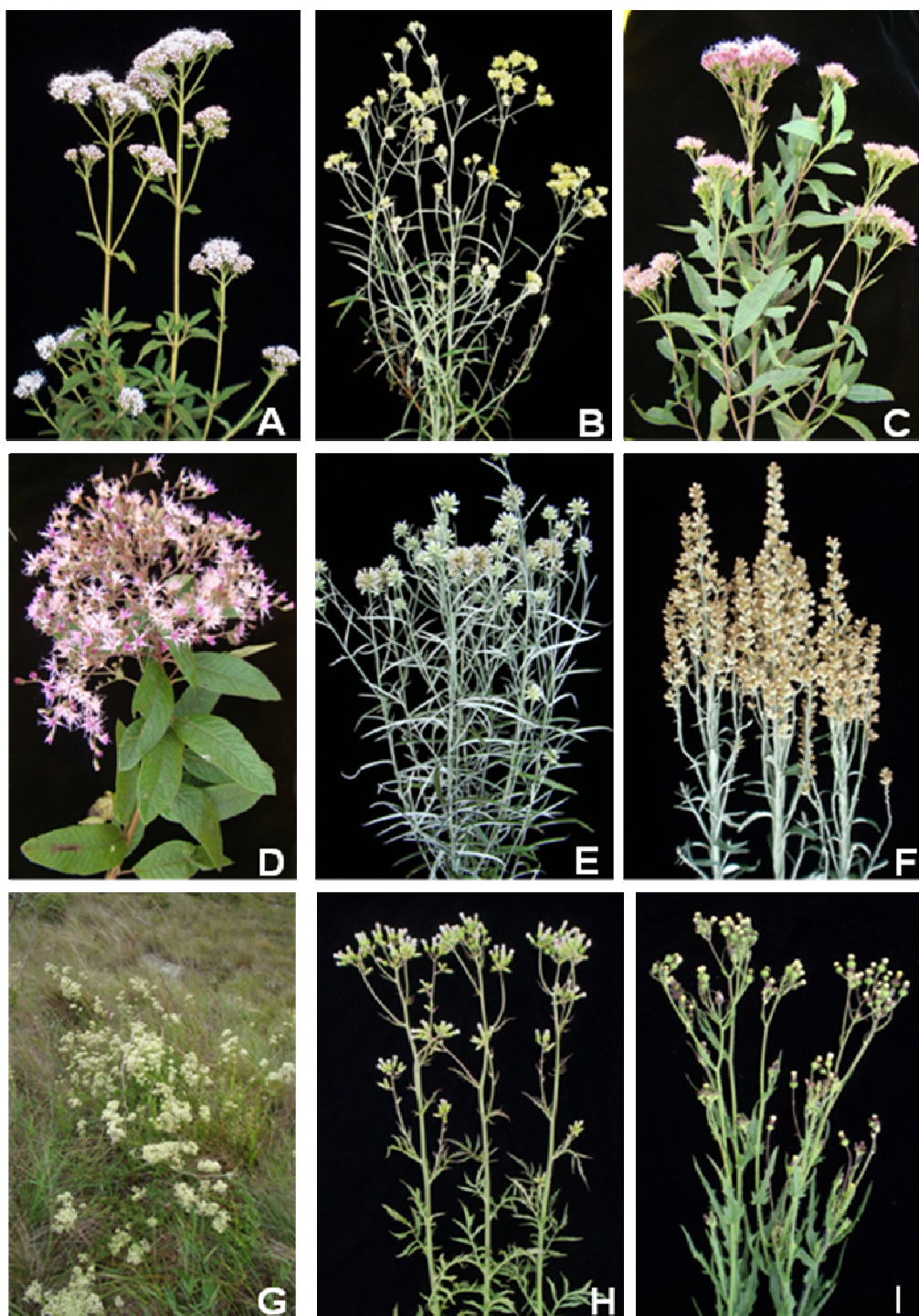


Figura 1 – Espécies da família Asteraceae A: *Eupatorium intermedium* DC.; B: *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.; C: *Eupatorium compressum* Gardner.; D: *Vernonia westiniana* (Less) H. Robnson; E: *Pterocaulon angustifolium* DC.; F: *Pterocaulon virginatum* (L.)DC.; G: *Mikania cordifolia* (L.f.) Willd; H: *Erechites valerianifolius* (Wolf.) DC.; I: *Erechites hieracifolius* (L.) RAF. ex DC.

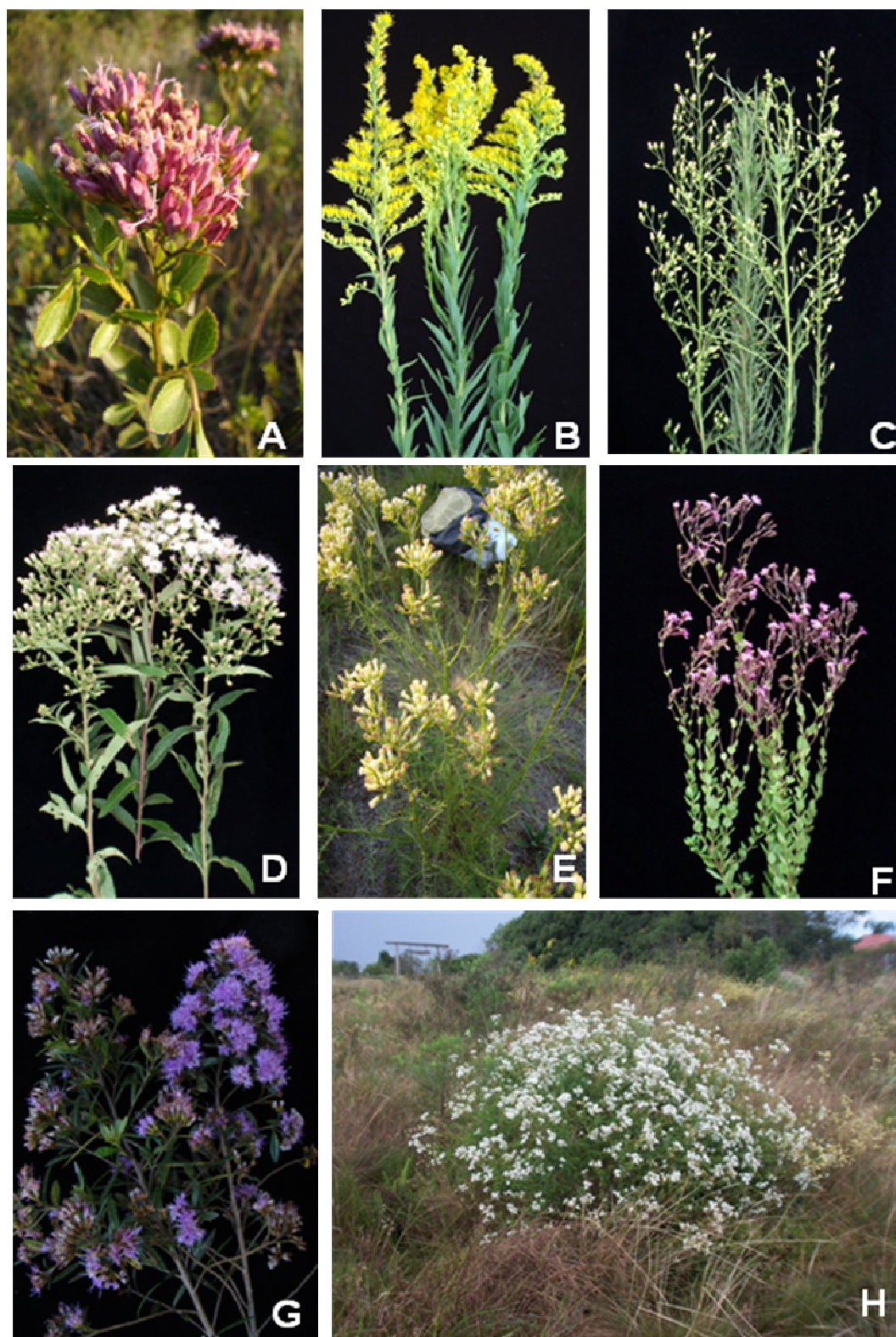


Figura 2- Espécies da família Asteraceae A: *Symphyopappus cuneatus* (DC) Sch Bip. ex Baker; B: *Solidago chilensis* Meyen; C: *Coniza bonariensis* (L.) Cronquist; D: *Vernonanthurus phosphorica* (Vell.) H. Rob.; E: *Senecio leptoschizus* Bong.; F: *Stevia alternifolia* Hieron; G: *Vernonia nitidula* Lessing; H: *Austroeupatorium laetevirens* (H& A.) R. M. King & H. Rob.

Tabela 1. Teor de óleo essencial [%] de espécies da família Asteraceae de um segmento dos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná

Espécies	Teor de óleo (amostra fresca)		Teor de óleo (amostra seca)	
<i>Austroeupatorium laetevirens</i> (H& A.) R. M. King & H. Rob.	0,00	Ag*	0,00	Af
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	0,41	Ae	0,39	Ad
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	1,23	Ac	0,86	Bc
<i>Eupatorium intermedium</i> DC.	1,15	Ac	0,55	Bd
<i>Eupatorium compressum</i> Gardner.	0,06	Ag	0,00	Af
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Link ex Spreng.) DC.	3,36	Aa	2,53	Ba
<i>Erechtites hieraciifolius</i> (L.) RAF. ex DC.	1,82	Ab	1,32	Bb
<i>Mikania cordifolia</i> (L.f.) Willd	0,63	Ae	0,26	Bd
<i>Pterocaulon angustifolium</i> DC.	0,00	Ag	0,00	Af
<i>Pterocaulon virginatum</i> (L.)DC.	0,00	Ag	0,00	Af
<i>Senecio leptoschizus</i> Bong.	0,90	Bd	1,21	Ab
<i>Solidago chilensis</i> Meyen	0,25	Af	0,26	Ad
<i>Stevia alternifolia</i> Hieron	0,06	Ag	0,00	Af
<i>Symphopappus cuneatus</i> (DC) Sch Bip. ex Baker	0,52	Ae	0,34	Bd
<i>Vernonanthura westiniana</i> (Less) H. Robnson	0,10	Ag	0,00	Af
<i>Vernonanthura phosphorica</i> (Vell.) H.Rob.	0,00	Ag	0,00	Af
<i>Vernonia nitidula</i> Lessing	0,06	Ag	0,07	Ae
CV %	19,38			

*As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Porcentual relativo dos componentes químicos do óleo essencial de amostras frescas e secas de espécies de Asteraceae dos Campos Gerais do Estado do Paraná, 2012

[illegible]

Continuação da tabela 2.															
Compostos	IR ^a	IR ^b	Espécies ^c												
			<i>A.sat</i>	<i>C.bon</i>	<i>E.int</i>	<i>E.com</i>	<i>E.val</i>	<i>E.hie</i>	<i>M.cor</i>	<i>S.chi</i>	<i>V.wes</i>	<i>V.nit</i>	<i>S.cun</i>	<i>S.lep</i>	<i>S.alt</i>
<i>trans</i> -verbenol	1143	1140	---	---	(7,2)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Pinocarvona	1164	1160	---	---	(1,7)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4-terpineol	1178	1174	---	---	---	---	(1,4)	---	---	---	---	---	6,0 (2,0)	1,8	---
<i>p</i> -metil-acetofenona	1184	1179	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2,2	---
<i>p</i> -cimen-8-ol	1186	1179	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1,0	---
Mirtenal	1196	1195	---	---	(5,0)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Verbenona	1209	1204	---	---	(4,1)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>trans</i> -carveol	1218	1215	---	(3,3)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>cis</i> -carveol	1230	1226	---	(1,2)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Carvona	1242	1239	---	(4,6)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
delta-elemeno	1340	1335	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	5,9
alfa-copaeno	1375	1374	3,7 (2,6)	---	---	---	---	---	---	---	---	1,1 (0,8)	---	---	2,4
beta-patchouleno	1376	1379	---	(1,6)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
beta-bourboneno	1385	1387	---	---	---	---	---	---	---	---	3,3	1,5 (1,5)	---	---	---
beta-elemeno	1389	1389	---	---	---	---	---	---	3,2 (2,5)	---	---	3,5 (3,1)	---	---	---
(<i>E</i>)-beta-cariofileno	1417	1417	26,6 (19,4)	---	1,3 (1,6)	8,4	1,7 (2,6)	1,1 (1,5)	(1,5)	9,2 (7,0)	14,9	6,5 (5,2)	(3,6)	0,5	5,5
alfa-humuleno	1449	1452	8,7 (5,7)	---	---	---	---	---	2,8 (4,7)	1,0	4,2	1,4 (1,3)	---	1,3	---
<i>allo</i> -aromadendreno	1457	1458	1,4	---	---	---	---	---	---	---	2,0	1,4 (1,0)	---	---	---
<i>trans</i> -4,10-epoxi-amorfano	1475	1478	----	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	1,0	---
gama-muuroleno	1477	1478	---	---	1,5	---	---	---	3,3 (2,6)	---	---	(0,7)	(1,6)	---	---
Germacreno D	1480	1484	---	---	---	---	2,9 (3,9)	1,4 (0,9)	---	29,6 (12,3)	17,2	1,7 (1,8)	---	---	13,8
beta-selineno	1481	1489	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1,3 (1,1)	---	---	---
gama-himachaleno	1482	1481	---	---	---	---	---	---	(1,6) f	---	---	---	---	---	---

Continuação tabela 2.

Compostos	IR ^a	IR ^b	Espécies ^c												
			<i>A.sat</i>	<i>C.bon</i>	<i>E.int</i>	<i>E.com</i>	<i>E.val</i>	<i>E.hie</i>	<i>M.cor</i>	<i>S.chi</i>	<i>V.wes</i>	<i>V.nit</i>	<i>S.cun</i>	<i>S.lep</i>	<i>S.alt</i>
Vetiselinemol	1731	1730	---	---	1,6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Khusinol	1735	1741	---	---	10,9	---	---	---	---	7,7 (9,1)	---	---	---	---	---
(<i>E</i>)-isovalencenol	1783	1793	---	---	2,2	---	---	---	---	1,6	---	---	---	---	---
Ácido vetivênico	1807	1811	---	---	9,2	---	---	---	---	3,3 (7,1)	---	---	---	---	---
alfa-vetivona	1833	1842	---	---	1,8	---	---	---	---	2,3	---	---	---	---	---
(<i>E,E</i>)-geranil-linalol	2027	2026	---	---	---	1,8	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Monoterpenos (%)			41,6 (66,3)	68,1 (57,1)	40,0 (46,3)	35,7 (---)	85,4 (86,0)	62,8 (95,6)	71,8 (48,1)	8,6 (4,8)	---	2,5 (0,4)	71,8 (65,4)	25,1 (100)	5,7 (---)
Monoterpenos oxigenados (%)			---	---	---	---	---	---	---	1,4 (---)	---	---	6,0 (2,0)	3,3 (---)	---
Sesquiterpenos (%)			46,3 (31,2)	3,0 (---)	4,4 (1,6)	8,4 (---)	9,3 (9,4)	3,3 (2,4)	26,1 (33,2)	53,5 (25,4)	53,7 (---)	19,1 (16,9)	---	1,3 (---)	54,4 (---)
Sesquiterpenos oxigenados (%)			10,5 (2,5)	4,1 (25,0)	25,0 (28,0)	32,5 (---)	---	---	1,9 (14,2)	26,5 (55,2)	20,2 (---)	37,3 (43,1)	22,2 (27,3)	25,6 (---)	23,3 (---)
Fenilpropanóides (%)			---	---	---	---	---	33,8	---	---	---	---	---	---	---
Outros			---	10,2 (6,7)	9,2 (5,2)	1,8 (---)	---	---	---	---	4,3 (---)	17,2 (17,5)	---	15,1 (---)	4,0 (---)
Total de compostos identificados (%)			98,4 (100)	82,4 (95,4)	78,6 (100)	78,4 (---)	94,7 (100)	99,9 (100)	99,8 (100)	90,0 (92,5)	78,2 (---)	76,1 (77,9)	100 (99,0)	70,4 (100)	87,4 (---)

^a IR = Índice de retenção calculado; ^b IR= Índice de retenção da literatura; ^c Espécies: *A.sat* = *Achyrocline satureioides*, *C.bon* = *Conyza bonariensis*, *E.int* = *Eupatorium intermedium*, *E.com* = *Eupatorium compressum*, *E.val* = *Erechtites valerianifolius*, *E.hie* = *Erechtites hieraciifolius*, *M.cor* = *Mikania cordifolia*, *S.chi* = *Solidago chilensis*, *V.wes* = *Vernomanthura westiniana*, *V.nit* = *Vernonia nitidula*, *S.cun* = *Symphypappus cuneatus*, *S.lep* = *Senecio leptoschizus*, *S.alt* = *Stevia alternifolia*; ^d Valores entre parênteses correspondem à composição do óleo essencial de amostras secas; ^e Coeluição com beta-felandreno; ^f Coeluição com *ar*-curcumeno; ^g Coeluição com cubebol; ^h Coeluição com epi-alfa-murolol.

5. CAPÍTULO IV: TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ESPÉCIES NATIVAS DA FAMÍLIA MYRTACEAE NOS CAMPOS GERAIS DA FLORESTA ATLÂNTICA DO ESTADO DO PARANÁ.

Wanderlei do AMARAL^a Cícero DESCHAMPS^a; Humberto R. BIZZO^b; Marco Antonio S. PINTO^c; Luiz A. BIASI^a.

^aUniversidade Federal do Paraná – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo - CEP: 81.531.990, Curitiba – Paraná – Brasil. Email: wdoamaral@ufpr.br ; cicero@ufpr.br; biasi@ufpr.br – 55- (41) 33505687

^bEmbrapa Agroindústria de Alimentos, CEP: 23020-470 Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Email: humberto.bizzo@embrapa.br

^cEmbrapa Gado de Leite, 36038-330 Juiz de Fora, MG, Brasil. Email: marco.pinto@embrapa.br

Resumo: Myrtaceae é uma das famílias botânicas de maior ocorrência no Brasil, especialmente na Floresta Atlântica, sobretudo nas regiões Sul e Sudeste do país, e é reconhecida pelo seu grande potencial de produção de óleos voláteis de interesse econômico. Este trabalho visou avaliar o teor e composição química do óleo essencial das espécies nativas da família Myrtaceae nos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná. As coletas das amostras para a extração do óleo essencial, fotografia e exsiccatas para a identificação botânica das espécies, foram realizadas na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Butuguara, no município de Palmeiras - PR, com formações de Campos Gerais. A identificação e tombamento das espécies foram feitos no Herbário HFIE. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação das amostras frescas e secas em aparelho graduado tipo Clevenger no Laboratório de Ecofisiologia da UFPR. A composição química foi analisada por meio de cromatografia em fase gasosa acoplada ao espectrômetro de massa (GC/MS), na EMBRAPA – Agroindústria de Alimentos (RJ). Foram avaliadas as espécies *Myrciaria delicatula*, *Campomanesia xantocarpa*, *Campomanesia aurea*, *Calypttranthes clusiifolia*, *Myrcia splendens*, *Eugenia osoriana*, *Myrciaria tenella*, *Myrceugenia reitzii*, *Calypttranthes concinna* e *Myrcia arborensis*. A espécie *Myrceugenia reitzii* apresentou teor médio de óleo essencial de 1,59%, superior às demais espécies. O teor médio de óleo essencial nas amostras das espécies da família Myrtaceae foram superiores após a secagem. A composição química identificada das espécies da família Myrtaceae apresentaram mono e sesquiterpenos, sendo que os sesquiterpenos ocorrem em maior porcentagem neste grupo de plantas. A secagem afetou a composição química do óleo essencial para a maioria das espécies estudadas.

Palavras-chaves: Plantas medicinais e aromáticas, terpenos, espatulenol, Mata Atlântica.

YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION IN ESSENCIAL OILS OF MYRTACEAE FAMILY NATIVE SPECIES OF THE “CAMPOS GERAIS” OF THE ATLANTIC FOREST IN THE STATE OF PARANÁ.

Abstract: Myrtaceae is one of the largest botanical families occurring in Brazil especially in the Atlantic Forest, mainly in the South and Southeast regions of the country and is recognized by its great potential for volatile oil production of economic interest. This work aimed to evaluate the yield and chemical composition in the essential oils of Myrtaceae family native species of the Campos Gerais of the Atlantic Forest in the State of Paraná. Samples for the extraction of essential oil, photography and herbarium specimens for botanical species identification were made at the Private Reserve of Natural Heritage (PRNP) Butuguara in the municipality of Palmeira - PR, with formations of Campos Gerais. The identification and tipping of the species were made at the HFIE Herbarium. The essential oil extraction was made by hydrodistillation of fresh and dried samples in graduate Clevenger type apparatus in the UFPR Laboratory of Ecophysiology. The chemical composition was analyzed by gas phase chromatography coupled with mass spectrometry (GC/MS) at EMBRAPA – Food Agribusiness (RJ). Species were evaluated *Myrciaria delicatula*, *Campomanesia xantocarpha*, *Campomanesia aurea*, *Calypttranthes clusiifolia*, *Myrcia splendens*, *Eugenia osoriana*, *Myrciaria tenella*, *Myrceugenia reitzii*, *Calypttranthes concinna* e *Myrcia arborensis*. The *Myrceugenia reitzii* specie showed an average content of essential oil of 1.59%, higher than the other species. The average essential oil contents in the species samples of the Myrtaceae family were higher after drying. The chemical composition identified in the species of the Myrtaceae family presented mono and sesquiterpenes, being the sesquiterpene that occur in a higher percentage in this group of plants. The drying affected the tochemical composition of the essential oil for most species.

Keywords: Medicinal and aromatic plants, terpenen, espatulenol, Atlantic Forest.

1 INTRODUÇÃO

O estudo da diversidade e complexidade de estruturas químicas encontradas na natureza fornece importantes ferramentas para a biologia molecular, bioquímica, medicina e química ecológica. Os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas (SIMÕES *et al.*, 2007), amplamente utilizados para conferir aroma e sabores a produtos alimentícios e de higiene oral, perfumaria, produtos de limpeza. Também são fontes de princípios ativos para a indústria farmacêutica (SACCHETTI *et al.*, 2005; GOBBO-NETTO e LOPES, 2007; BIASI e DESCHAMPS, 2009; YUNES *et al.*, 2012). Os óleos essenciais nas plantas estão relacionados com funções ecológicas de defesa e atração de polinizadores entre outras, e sofrem variação quantitativa e qualitativa em resposta ao ambiente (TAIZ e ZEIGER, 2009).

No Brasil a produção de óleos essenciais não atende à demanda, além disto, o mercado nacional e internacional vem demonstrando interesse por novas essências (BIZZO *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2010). Segundo Bandoni *et al.* (2008) estima-se que aproximadamente 65% do mercado de essências provêm de espécies cultivadas e 1% de espécies silvestres. Yunes *et al.* (2012), concluem sobre a importância de se intensificar os estudos da flora brasileira, de forma interdisciplinar, visando à identificação de espécies promissoras para a produção de óleos voláteis, para utilização como insumos na obtenção de ativos a serem incluídos em novos medicamentos à disposição do sistema de saúde nacional.

O Brasil está em 1º lugar entre os países megadiversos, possui 43.496 espécies vegetais descritas, com uma taxa de endemismo de 56%, sendo que o Bioma Floresta Atlântica apresenta-se com o maior número de espécies vegetais entre os biomas brasileiros, com mais de 19.000 espécies, onde destas 7.600 espécies são endêmicas do bioma (FORZZA *et al.*, 2012). Os campos gerais possuem uma estrutura, função e dinâmica muito particular e que representam ecossistemas altamente interativos (IBGE, 1992), com sua existência condicionada por fatores abióticos, pela ação antrópica e por perturbações ditas naturais, como geadas, estiagem e especialmente o fogo (PILLAR, 2006), onde variações nos fatores ambientais influenciam no metabolismo secundário das espécies vegetais afetando a produção e composição dos óleos essenciais (SANGWAN *et al.*, 2001, GOBBO-NETTO e LOPES, 2007; MORAIS, 2009; PRINS *et al.*, 2010). Fatores pós-colheita, como a secagem, por exemplo, afetam também os teores e a composição fitoquímica dos óleos essenciais nas espécies aromáticas.

Myrtaceae é uma das famílias botânicas de maior ocorrência no Brasil, especialmente na Floresta Atlântica, com 642 espécies, sobretudo nas regiões Sul e Sudeste do país (FORZZA *et al.*, 2012) e é reconhecida pelo seu grande potencial de produção de óleos voláteis de interesse econômico (LIMA *et al.*, 2006). É conhecida por sua elevada riqueza de espécies e por seu importante papel na fitossociologia das Florestas do Sul e Sudeste do Brasil (KURTZ e ARAÚJO, 2000; ROMAGNOLO e SOUZA, 2004), sendo um dos grupos predominantes do componente arbóreo da Mata Atlântica (LIMA e GUEDES-BRUNI, 1997; LOMBARDI e GONÇALVES, 2000). Espécies desta família são utilizadas pela população com finalidades medicinais, onde as espécies são empregadas em diversas patologias, principalmente distúrbios gastrointestinais e estados infecciosos (CRUZ e KAPLAN, 2004).

Gubert (2010) avaliou o teor e composição de espécies aromáticas nativas do litoral paranaense, entre elas espécies da família Myrtaceae, encontrando óleos essenciais constituídos basicamente de mono e sesquiterpenos. Existem diversos estudos florísticos e estruturais para o Bioma Floresta Atlântica, porém a flora aromática nativa, em especial dos Campos Gerais do Estado do Paraná não é conhecida.

Objetivou-se avaliar o teor e composição química do óleo essencial de amostras frescas e secas das espécies nativas da família Myrtaceae nos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta material botânico

A coleta das folhas de no mínimo 10 exemplares de cada espécie, para extração do óleo essencial foi realizada na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Butaguara no município de Palmeira, PR, com formações de Campos Gerais, com altitudes que variam de 985 a 1.145m, localizada a 25° 20.884' S e 049° 47.258' W, com solos predominantemente das classes Litossolo e Cambissolo (EMBRAPA, 2006). Conforme classificação de Köppen o clima da região é tipo Cfb, temperado, com verão ameno, temperaturas médias anuais em torno de 17°C, com geadas severas e frequentes e pluviosidade média de 1.200mm ano (WONS, 1994).

Para a coleta e transporte do material vegetal na reserva foi emitida uma licença pelo Instituto Ambiental do Paraná sob o nº 284/11.

Foram coletadas 10 espécies de Myrtaceae (Figuras 1 e 2) que apresentavam aroma ou que possuíam registros na literatura de suas características aromáticas para o grupo botânico (Tabela 1). No campo foram localizadas as espécies, marcado o ponto com auxílio de GPS, feito as exsicatas para a identificação botânica, fotografadas e coletado 1 kg de material para extração. As exsicatas foram transportadas até o Herbário das Faculdades Integradas Espírita (HFIE), onde foram herborizadas (LAWRENCE, 1951; IBGE, 1992), sendo tombadas no acervo do Herbário HFIE (Tabela 1). As duplicatas foram enviadas ao Herbário do Museu Botânico Municipal (MBM) e Herbário da Universidade Federal do Paraná, Ciências Biológicas (UPCB).

Tabela 1 - Dados gerais das espécies nativas da família Myrtaceae coletadas para extração, Palmeira, PR, 2011/2012.

Nome Científico	Nº. Herbário*	Localização**			Data de coleta
		Latitude	Longitude	Altitude	
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	8.425	S 25° 21.095'	W 49° 47.896'	1.078	14/05/11
<i>Campomanesia xantocarpa</i> O. Berg.	8.821	S 25° 21.094'	W 49° 47.897'	1.085	14/05/11
<i>Campomanesia aurea</i> O. Berg.	8.254	S 25° 20.444'	W 49° 48.052'	1.063	14/02/11
<i>Calyptranthes clusiifolia</i> O. Berg	8.816	S 25° 19.982'	W 49° 48.371'	1.018	27/09/11
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	8.817	S 25° 19.982'	W 49° 48.371'	1.018	27/09/11
<i>Eugenia osoriana</i> Mattos & D. Legrand	9.011	S 25° 20.938'	W 49° 47.141'	1.140	25/02/12
<i>Myrciaria tenella</i> (D.C) O. Berg	8.999	S 25° 19.885'	W 49° 48.284'	1.019	17/10/11
<i>Myrceugenia reitzii</i> D. Legrand	9.020	S 25° 20.958'	W 49° 47.132'	1.065	04/02/12
<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	9.007	S 25° 20.953'	W 49° 47.077'	1.124	25/02/12
<i>Myrcia arborensis</i> O. Berg	9.012	S 25° 20.947'	W 49° 47.127'	1.140	25/02/12

* Número do exemplar referente à exsicata identificada, conforme se encontra no Herbário HFIE das FIES em Curitiba, PR.

** Coordenadas de coleta da espécie, esta apresenta erro médio de 15 m de distância ao entorno do ponto.

2.2 Extração do óleo essencial

As folhas das espécies foram transportadas até o Laboratório de Ecofisiologia, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR, Curitiba, PR, para a extração do óleo por meio de hidrodestilação durante 4 horas em aparelho graduado tipo Clevenger utilizando-se 100g de folhas frescas ou 50g de folhas secas, em 1L de água destilada, com 3 repetições (WASICKY, 1963). As folhas para a extração com material seco, foram submetidas à secagem em secador elétrico modelo FANEM - Mod. 320 SE com circulação de ar, a 40° C por 24 horas. Para determinação do teor de umidade das folhas no momento da

extração foram coletadas amostras de 20g, em triplicatas, submetidas à secagem em secador elétrico modelo FANEM - Mod. 320 SE com circulação de ar, a 65°C até massa constante.

Após a extração, as amostras foram coletadas com pipeta de precisão, acondicionadas em microtubos de 2 ml, centrifugadas a 5.000 rpm por 2 minutos, para separar resíduo de água das amostras. Também se determinou em balança analítica de precisão a massa total do óleo para o cálculo do rendimento.

2.3 Identificação da composição química do óleo essencial

A identificação dos constituintes químicos do óleo essencial foi realizada por cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM). Os óleos essenciais foram diluídos em diclorometano na proporção de 1 % e 1,0 µL da solução foi injetada, com divisão de fluxo de 1:20 em um cromatógrafo Agilent 6890 (Palo Alto, CA) acoplado a detector seletivo de massas Agilent 5973N. O injetor foi mantido a 250 °C. A separação dos constituintes foi obtida em coluna capilar HP-5MS (5%-fenil-95%-dimetilpolissiloxano, 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) e utilizando hélio como gás carreador (1,0 mL min⁻¹). A temperatura do forno foi programada de 60 a 240°C a uma taxa de 3°C min⁻¹. O detector de massas foi operado no modo ionização eletrônica (70 eV), a uma taxa de 3,15 varreduras s⁻¹ e faixa de massas de 40 a 450 u. A linha de transferência foi mantida a 260 °C, a fonte de íons a 230 °C e o analisador (quadrupolo) a 150 °C.

Para a quantificação, as amostras diluídas foram injetadas em cromatógrafo Agilent 7890A equipado com detector de ionização por chama (DIC), operado a 280°C. Foram empregadas as mesmas coluna e condições analíticas descritas acima, exceto pelo gás carreador usado, que foi o hidrogênio, a uma vazão de 1,5 mL min⁻¹. A composição percentual foi obtida pela integração eletrônica do sinal do DIC pela divisão da área de cada componente pela área total (área %).

A identificação dos constituintes químicos foi obtida por comparação de seus espectros de massas com aqueles das espectrotecas (WILEY, 1994; NIST, 2013) e também por seus índices de retenção linear, calculados a partir da injeção de uma série homóloga de hidrocarbonetos (C₇-C₂₆) e comparados com dados da literatura (ADAMS, 2007).

2.4 Análise dos dados

As variâncias foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Para isso utilizou-se o programa estatístico ASSISTAT versão 7.6 Beta (SILVA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teor do óleo essencial

Houve diferença significativa no teor de óleo essencial entre as espécies (Tabela 2). A espécie *Myrceugenia reitzii* apresentou teor médio de óleo essencial superior (1,59%), sendo que as demais apresentaram teor médio de óleo essencial entre 0,02 e 0,19%. A única espécie que não apresentou óleo essencial após extração por hidrodestilação foi *Myrcia arborensis* e a espécie *Myrcia splendens* só apresentou óleo essencial nas folhas frescas, enquanto que *Campomanesia xantocarpa* só apresentou óleo essencial em suas folhas após a secagem (Tabela 2).

Tabela 2 - Teor médios de óleos essenciais (%) das folhas de espécies nativas da família Myrtaceae nos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná, 2012.

Espécies	Teor de óleo
<i>Campomanesia aurea</i> O. Berg.	0,17 b
<i>Campomanesia xantocarpa</i> O. Berg.	0,02 d
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	0,19 b
<i>Calypttranthes clusiifolia</i> O. Berg	0,15 b
<i>Calypttranthes concinna</i> DC.	0,16 b
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	0,01 e
<i>Eugenia osoriana</i> Mattos & D. Legrand	0,19 b
<i>Myrciaria tenella</i> (D.C) O. Berg	0,08 c
<i>Myrceugenia reitzii</i> D. Legrand	1,59 a
<i>Myrcia arborensis</i> O. Berg	0,00 e
CV%	26,28

*As médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O teor de óleo essencial nas amostras das espécies da família Myrtaceae (Figuras 1 e 2) foram superiores após a secagem (Tabela 3). Assis (2012) também observou para *Eugenia uniflora* (Myrtaceae) o aumento no teor de óleo essencial após a secagem das folhas. As amostras para extração do óleo essencial de espécies da família Myrtaceae foram compostas por folhas, onde neste grupo botânico os óleos essenciais estão armazenados em cavidades secretoras e células do parênquima da folha (FIUZA, 2008; DEFAVERI *et al.*, 2011), com a secagem houve liberação da água, provavelmente fragilizando a parede celular, ocorrendo o

rompimento nos tecidos vegetais, ocasionando o extravasamento do conteúdo volátil, facilitando a extração do óleo essencial após a secagem.

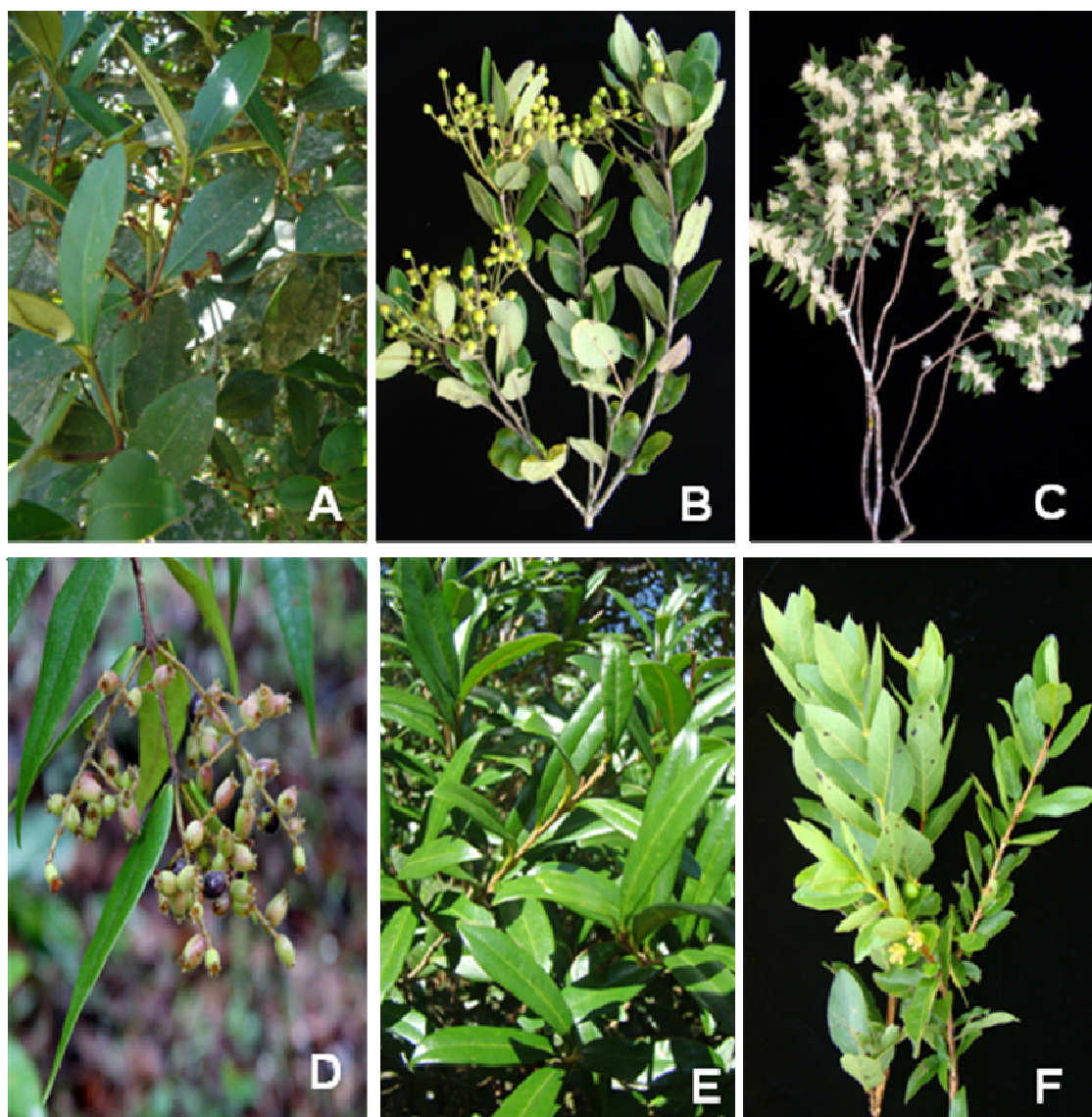


Figura 1 – Espécies da família Myrtaceae. A: *Calypttranthes concinna* DC.; B: *Calypttranthes clusiifolia* O. Berg; C: *Myrciaria delicatula* (DC.) O. Berg; D: *Myrcia splendens* (Sw.) DC.; E: *Eugenia osoriana* Mattos & D. Legrand; F: *Campomanesia aurea* O. Berg.;



Figura 2 – Espécies da família Myrtaceae. A: *Myrceugenia reitzii* D. Legrand; B: *Campomanesia xantocarpha* O. Berg.; C: *Myrciaria tenella* (D.C) O. Berg; D: *Myrcia arborensis* O. Berg.

Gubert (2010) avaliando teores de óleo essencial das folhas frescas de espécies nativas no litoral paraense encontrou para *Campomanesia xantocarpha* e *Myrceugenia reitzii* teores de 0,01 e 0,04% respectivamente. Teores menores que os encontrados nos Campos Gerais Paranaense (Tabela 2), porém a espécie *C. xantocarpha* coletada nos Campos Gerais

Paranaense só apresentou óleo essencial após a secagem das folhas. Lima *et al.* (2013) avaliando espécies de Myrtaceae no cerrado de Botucatu (SP), encontrou nas folhas secas de *Myrcia splendens* teores de 0,24% nas amostras do óleo essencial. Nos Campos Gerais Paranaense a espécie *Myrcia splendens* só apresentou óleo essencial nas folhas frescas (0,02%), bem abaixo do encontrado em Botucatu (SP).

Tabela 3 - Teor médio do óleo essencial (%) em folhas frescas e secas de espécies nativas da família Myrtaceae nos campos gerais do Estado do Paraná.

Amostras	Teor de óleo essencial
Frescas	0,27 b
Secas	0,32 a

*As médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

3.2 Composição química do óleo essencial

Foram identificados em média 101 constituintes nas amostras do óleo essencial das plantas frescas e secas, correspondendo à identificação em média de 81% dos compostos químicos do óleo essencial das amostras.

A composição química identificada das espécies da família Myrtaceae (Tabela 4) apresentaram em média 18,3% e 15,0% de monoterpenos hidrocarboneto, 2,2% e 3,1% monoterpenos oxigenados, 17,2% e 15,0% de sesquiterpenos hidrocarboneto, 42,0% e 40,8% de sesquiterpenos oxigenados nas amostras do óleo essencial das plantas frescas e secas respectivamente. As espécies *Myrciaria delicatula*, *Campomanesia aurea*, *Calypttranthes clusiifolia*, *Myrciaria tenella* e *Calypttranthes concinna* apresentaram em sua composição predominantemente sesquiterpenos e as espécies *Campomanesia xantocarpa*, *Eugenia osoriana* e *Myrcia splendens* apresentaram somente sesquiterpenos em sua composição, somente a espécie *Myrceugenia reitzii* apresentou maior porcentagem de monoterpenos na composição química das amostras de óleo essencial.

As amostras de óleo essencial das espécies de Myrtaceae obtidas de plantas frescas apresentaram como constituintes majoritários para *Myrciaria delicatula* o α -pineno (24,9%) e o α -cadinol (10,3%), *Campomanesia aurea* o khusimol (11,7%) e o epi-zizanona (8,7%), *Calypttranthes clusiifolia* o α -pineno (13,7%) e o β -pineno (10,1%), *Myrciaria tenella* o α -pineno (20,5%) e o (E)- β -cariofileno (17,2%), *Myrceugenia reitzii* o β -pineno (30,9%) e o α -pineno (27,8%), *Eugenia osoriana* o α -cadinol (27,9%) e o globulol (16,1%), *Calypttranthes concinna* a elimicina (17,9%) e o α -cadinol (8,5%), *Myrcia splendens* o globulol (16,7%) e o viridiflorol (10,1%).

As espécies *Calyptranthes clusiifolia* e *Eugenia osoriana* após a secagem mantiveram sua composição química estável em relação a seus compostos majoritários (Tabela 4), entretanto outras espécies sofreram alterações maiores em sua composição como *Myrciaria delicatula* que apresentou um decréscimo na porcentagem de α -pineno de 24,9% para 11,2% e de α -cadinol de 10,3% para 8,5%, apresentando somente após a secagem khusimol (10,6%) e ácido vetivênico (11,8%). A espécie *Campomanesia aurea* após a secagem não apresentou mais khusimol e epi-zizanona, passando a apresentar mustacona (9,9%) e óxido de cariofileno (9,2%). A espécie *Myrciaria tenella* diminui a porcentagem de α -pineno de 20,5% para 14,6% e de (*E*)- β -cariofileno de 17,2% para 9,7%, apresentando somente após a secagem o constituinte safrol (7,3%).

A composição fitoquímica do óleo essencial de *M. reitzii* no litoral Paranaense apresentou como componentes majoritários espatulenol (22,8%) e globulol (16,8%) (GUBERT, 2010), enquanto que nos Campos Gerais Paranaense a espécie não apresentou globulol, tendo como componentes majoritários α -pineno (27,8%) e β -pineno (30,9%) (Tabela 4). Lima *et al.* (2013) encontrou no cerrado de Botucatu (SP) para a espécies *Myrcia splendens* os componentes majoritários β -pineno (12,21%) e orto-cimeno (11,09%), apresentando uma maior porcentagem de monoterpenos, enquanto que nos Campos Gerais Paranaense a espécie apresentou uma composição fitoquímica com os componentes majoritário globulol (16,7%) e viridiflorol (10,1%) (Tabela 4), com maior porcentagem de sesquiterpenos na composição fitoquímica do óleo essencial o que diferiu dos resultados encontrados no cerrado paulista. Considera-se que fatores como quimiotipos, interferência do ciclo vegetativo, fatores ambientais e genéticos podem ter influenciado na composição dos óleos essenciais nestas espécies (SANGWAN *et al.*, 2001; GOBBO-NETTO e LOPES, 2007; MORAIS, 2009; SELLAMI *et al.*, 2009; PRINS *et al.*, 2010).

Tabela 4 - Porcentual relativo dos componentes químicos do óleo essencial de folhas frescas e secas de espécies nativas da família Myrtaceae nos Campos Gerais do Estado do Paraná, 2012.

nos Campos Gerais do Estado do Paraná, 2012.

Compostos	Espécies ^c										
	IR ^a	IR ^b	<i>M. deli</i>	<i>C. aure</i>	<i>C. xanto</i>	<i>C. clusi</i>	<i>M. tene</i>	<i>M. reit</i>	<i>E. osor</i>	<i>C. conc</i>	<i>M. sple</i>
α -tujeno	925	924	---	---	---	0,5 (0,5)	---	---	---	0,2 (0,3)	---
α -pineno	937	932	24,9 (11,2) ^d	---	---	13,7 (14,2)	20,5 (14,6)	27,8 (21,1)	---	6,6 (9,5)	---
Sabineno	972	969	---	---	---	---	---	---	---	0,6 (0,8)	---
β -pineno	975	974	---	---	---	10,1 (9,7)	1,0 (0,8)	30,9 (22,5)	---	6,2 (9,1)	---
Mirceno	990	988	---	---	---	1,7 (1,6)	---	1,1 (0,6)	---	1,6 (2,4)	---
α -felandreno	1005	1002	---	---	---	0,8 (0,8)	---	---	---	(0,3)	---
δ -3-careno	1009	1011	---	---	---	---	1,3 (1,3)	---	---	---	---
α -terpineno	1016	1018	---	---	---	0,4 (0,4)	---	---	---	(0,2)	---
<i>p</i> -cimeno	1023	1022	---	---	---	0,4 (0,4)	---	---	---	0,9 (0,6)	---
Limoneno	1027	1024	---	1,6	---	5,0 (4,8)	2,4 (2,3)	2,2 (1,5)	---	3,3 (4,5)	---
1,8-cineol	1029	1030	---	---	---	1,3 (1,6)	---	---	---	---	---
γ - terpineno	1056	1054	---	---	---	0,9 (0,9)	---	---	---	0,2 (0,3)	---
Terpinoleno	1086	1088	---	0,6	---	0,4	0,5 (1,8)	---	---	---	---
Óxido de α -pineno	1099	1099	---	---	---	---	---	0,6 (1,0)	---	---	---
Linalol	1100	1095	2,5	---	---	1,0 (1,0)	---	---	---	---	---
<i>trans</i> -pinocarveol	1136	1135	---	---	---	---	---	(2,8)	---	---	---
Pinocarvona	1161	1160	---	---	---	---	---	1,8 (2,8)	---	---	---

Continuação tabela 4.

Compostos	Espécies ^c										
	IR ^a	IR ^b	<i>M. deli</i>	<i>C. aure</i>	<i>C. xanto</i>	<i>C. clusi</i>	<i>M. tene</i>	<i>M. reit</i>	<i>E. osor</i>	<i>C. conc</i>	<i>M. sple</i>
4-terpineol	1178	1174	---	---	---	1,7 (1,6)	---	---	---	1,9 (1,3)	---
α -terpineol	1190	1186	---	---	---	1,3 (1,4)	---	4,3 (3,9)	---	---	---
Mirtenal	1196	1195	---	---	---	---	---	1,5 (1,5)	---	---	---
Verbenona	1208	1204	---	---	---	---	---	1,5 (1,9)	---	---	---
Acetato de <i>trans</i> -hidrato de sabineno	1252	1253	---	---	---	---	0,6 (0,3)	---	---	---	---
Safrol	1285	1285	---	---	---	---	(7,3)	---	---	---	---
α -copaeno	1371	1374	---	---	---	---	0,7 (0,3)	(0,4)	---	0,5 (0,3)	---
β -elemeno	1391	1389	1,2	0,9	---	---	---	---	3,7 (2,9)	0,9 (0,3)	---
α -gurjuneno	1401	1409	---	---	---	---	0,7 (0,3)	---	---	0,5	---
(<i>E</i>)- β -cariofileno	1417	1417	3,5 (1,6)	5,1 (7,2)	(2,7)	6,7 (5,7)	17,2 (9,7)	1,3 (0,5)	4,1 (7,8)	1,8 (1,1)	5,6
β -copaeno	1430	1430	---	---	---	1,0 (0,7)	---	2,0 (0,5)	1,3 (1,5)	1,2 (0,3)	---
Aromadendreno	1435		---	(1,0)	---	1,8 (1,4)	2,5 (1,5)	---	---	---	---
α -humuleno	1450	1452	1,1 (0,9)	1,4 (1,2)	(1,1)	1,9 (1,3)	2,9 (1,7)	0,6 (0,7)	1,0 (1,5)	0,6 (0,3)	---
<i>Allo</i> -aromadendreno	1454	1458	---	0,7 (0,9)	---	---	1,0 (0,4)	---	(0,5)	0,9 (0,4)	---
4,5-di- <i>epi</i> -aristolocheno	1465	1471	---	---	---	---	(0,7)	---	---	---	---
γ -muuroleno	1474	1478	---	(1,8)	---	0,9 (0,6)	---	(0,5)	1,5 (1,9)	0,5	3,1
Ar-curcumeno	1480	1479	---	---	---	---	---	---	4,2 (5,0)	---	2,2
γ -curcumeno	1481	1481	---	---	---	---	---	---	---	---	6,1
Germacreno D	1482	1484	1,4 (0,9)	(1,0)	(2,3)	---	---	---	---	1,4 (1,4)	---

Continuação tabela 4.

Compostos	Espécies ^c										
	IR ^a	IR ^b	<i>M. deli</i>	<i>C. aure</i>	<i>C. xanto</i>	<i>C. clusi</i>	<i>M. tene</i>	<i>M. reit</i>	<i>E. osor</i>	<i>C. conc</i>	<i>M. sple</i>
β-selineno	1483	1489	1,3 (1,3)	3,4 (1,8)	---	---	---	---	---	---	---
<i>cis</i> -β-guaieno	1492	1492	---	---	---	---	---	0,5	2,9 (5,3)	7,4 (4,0)	---
Biciclogermacreno	1493	1494	2,8 (1,4)	3,8 (5,6)	(5,1)	2,3 (1,6)	3,7 (4,0)	---	(1,1)	0,7 (0,3)	---
Viridifloreno	1497	1496	---	---	---	---	---	---	(0,5)	---	---
α-muuroleno	1498	1500	1,0	---	---	0,8	---	---	(0,8)	---	---
δ-amorfenos	1504	1511	---	---	---	0,9	---	---	---	---	---
γ-cadineno	1509	1513	---	(1,6)	(1,4)	0,9 (0,7)	---	---	(1,5)	4,5 (2,7)	---
Cubebol	1509	1514	---	---	---	---	(0,4)	---	---	---	---
<i>trans</i> -calameneno	1518	1521	---	---	---	---	4,4 (2,4)	---	---	---	---
δ-cadineno	1520	1522	1,2 (0,8)	3,0 (3,2)	(3,7)	3,4 (2,7)	(0,3)	---	---	---	2,7
<i>trans</i> -1,4-cadinadieno	1527	1533	---	---	---	0,9	---	---	---	---	---
α-calacoreno	1541	1544	---	---	---	1,2 (1,2)	---	---	---	---	---
Dracunculifoliol	1541	1541	---	1,3	---	---	---	---	---	---	---
Elemol	1549	1548	---	---	---	---	---	0,8 (1,1)	---	---	---
Elemicina	1553	1555	---	---	---	---	---	---	---	17,9 (22,9)	---
Germacreno B	1555	1559	---	(2,0)	---	---	---	---	---	---	---
Butanoato de geranoila	1559	1562	---	---	---	---	2,6 (1,4)	---	---	---	---
(<i>E</i>)-nerolidol	1563	1561	5,4	(2,6)	---	---	---	---	1,1 (0,9)	---	4,7
Maaliol	1566	1566	---	---	(2,7)	---	---	---	2,0 (1,4)	---	---
Espatuleno	1575	1577	5,6 (3,1)	1,6 (4,0)	(13,0)	9,1 (9,7)	11,4 (7,0)	16,9 (23,5)	10,3 (5,8)	5,6 (4,9)	7,9
Óxido de cariofileno	1580	1582	---	(9,2)	(14,5)	---	10,8 (5,6)	---	---	---	---

Continuação tabela 4.											
Compostos	IR ^a	IR ^b	Espécies ^c								
			<i>M. deli</i>	<i>C. aure</i>	<i>C. xanto</i>	<i>C. clusi</i>	<i>M. tene</i>	<i>M. reit</i>	<i>E. osor</i>	<i>C. conc</i>	<i>M. sple</i>
Globulol	1586	1590	6,9 (2,1)	6,0 (5,7)	(5,0)	6,4 (6,5)	2,2 (1,2)	---	16,1 (12,1)	7,7 (4,6)	16,7
Viridiflorol	1587	1592	2,7 (1,9)	3,1	---	---	---	---	---	---	10,1
Cubeban-11-ol	1590	1595	1,4	---	---	---	---	1,8 (2,2)	6,6 (5,0)	5,1 (2,4)	1,0
Guaiol	1595	1600	2,0 (2,9)	---	(2,3)	---	---	---	---	---	---
Rosifoliol	1596	1600	---	(1,8)	(2,8)	---	1,8 (1,0)	(1,1)	1,9 (1,5)	2,9 (1,7)	4,7
Khusimona	1598	1604	2,4 (1,0)	---	---	---	---	---	---	---	---
Epóxido de humuleno II	1604	1608	---	---	(2,2)	---	1,8 (1,2)	---	---	---	---
Jumenol	1614	1618	(1,6)	---	---	---	---	---	---	---	2,4
1-epi-cubebol	1622	1627	1,9 (1,2)	4,4 (3,8)	(6,2)	2,5 (2,9)	2,4 (1,6)	---	2,3 (2,2)	0,9 (0,6)	2,1
Eremoligenol	1629	1629	1,4 (1,3)	---	---	---	---	---	---	---	---
γ-eudesmol	1630	1630	---	---	(1,1)	---	---	---	1,7 (1,6)	(0,5)	---
Epi-α-muurolol	1638	1640	3,9 (2,9)	(3,2)	(9,3)	---	---	---	---	4,3 (2,4)	6,9
α-muurolol	1640	1644	3,8	---	---	---	0,6	(1,7)	7,2 (6,2)	---	2,2
Cubenol	1640	1645	---	---	---	---	1,7 (0,9)	---	---	---	---
β-eudesmol	1646	1649	3,1 (3,2)	---	(6,0)	---	---	---	---	---	---
α-cadinol	1647	1652	10,3 (8,5)	5,0 (6,9)	(10,2)	2,6 (3,3)	---	---	27,9 (25,5)	8,5	7,4
Selin-11-en-4-ol	1647	1654	---	---	---	---	(2,7)	---	---	---	---
Epi-zizanona	1661	1668	8,2 (6,4)	8,7	---	---	---	---	---	---	---

Continuação tabela 4.

Compostos	IR ^a	IR ^b	Espécies ^c								
			<i>M. deli</i>	<i>C. aure</i>	<i>C. xanto</i>	<i>C. clusi</i>	<i>M. tene</i>	<i>M. reit</i>	<i>E. osor</i>	<i>C. conc</i>	<i>M. sple</i>
Muscatona	1674	1676	---	(9,9)	---	---	---	---	---	---	---
Germagrena-4(15),5,10(14)-trien-1-alfa-ol	1683	1685	---	---	(2,8)	---	---	---	---	---	---
Ciperotundona	1687	1695	---	(5,3)	---	---	---	---	---	---	---
Vetiselinenol	1717	1730	---	2,5	---	---	---	---	---	---	---
Khusimol	1735	1741	(10,6)	11,7	---	---	---	---	---	---	---
Drimenol	1755	1766	---	---	---	---	---	---	---	2,6	---
(<i>E</i>)-isovalencenol	1784	1793	(2,2)	---	---	---	---	---	---	---	---
Ácido vetivênico	1805	1811	(11,8)	---	---	---	---	---	---	---	---
Monoterpenos hidrocarbonetos (%)			24,9 (11,2)	2,2 (---)	---	32,2 (31,6)	24,4 (19,5)	62,0 (45,7)	---	19,4 (27,4)	---
Monoterpenos oxigenados (%)			2,5 (---)	---	---	5,3 (5,6)	0,6 (7,6)	9,7 (13,9)	---	1,9 (1,4)	---
Sesquiterpenos hidrocarbonetos (%)			13,5 (6,9)	19,6 (27,3)	---	24,4 (17,6)	34,4 (23,0)	4,4 (2,6)	18,7 (30,3)	20,9 (11,1)	19,7 (---)
Sesquiterpenos oxigenados (%)			59,0 (60,7)	45,8 (52,4)	---	20,6 (22,4)	35,3 (22,6)	19,5 (29,6)	77,1 (62,2)	55,5 (40,0)	66,1 (---)
Total de compostos identificados (%)			98,9 (78,8)	67,6 (79,7)	---	83,7 (78,2)	94,7 (72,7)	96,1 (92,3)	95,8 (92,5)	97,9 (80,4)	85,8 (---)

^a IR = Índice de retenção calculado; ^b IR= Índice de retenção da literatura; ^c Espécies: *M. deli*= *Myrciaria delicatula* (DC.) O. Berg; *C. aure*= *Campomanesia aurea* O. Berg.; *C. xanto*= *Campomanesia xantocarpha* O. Berg.; *C. clusi*=*Calypttranthes clusiifolia* O. Berg; *M. tene*= *Myrciaria tenella* (D.C) O. Berg; *M. reit*= *Myrceugenia reitzii* D. Legrand; *E. osor*= *Eugenia osoriana* Mattos & D. Legrand; *C. conc*= *Calypttranthes concinna* DC; *M. sple*= *Myrcia splendens* (Sw.) DC. ^d Valores entre parênteses correspondem à composição do óleo essencial das folhas secas.

4 CONCLUSÕES

A espécie *Myrceugenia reitzii* apresentou teor médio de óleo essencial de 1,59%, superior as demais espécies. O teor médio de óleo essencial nas amostras das espécies da família Myrtaceae foram maiores após a secagem.

A composição química identificada das espécies da família Myrtaceae apresentaram mono e sesquiterpenos, sendo que os sesquiterpenos ocorrem em maior porcentagem neste grupo de plantas.

A secagem afetou a composição química do óleo essencial para a maioria das espécies estudadas.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. Allured Publishing Corporation: Carol Stream, 2007.

ASSIS, A. L. A. **Secagem, embalagem e armazenamento de folhas de pitangueira**. Curitiba, 2012. Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná.

BANDONI, A. L.; CZEPAK M. P. **Os recursos aromáticos no Brasil: seu aproveitamento industrial para a produção de aromas e sabores**. Editores, BANDONI A. L.; CZEPAK M. P. EDUFES, Vitória, ES, 2008.

BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas do cultivo à produção de óleo essencial**. Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 1ª edição, Curitiba, 2009.

BILENCA, D. N.; MIÑARRO, F. O. **Identificação de áreas valiosas de pastizal (AVPs) em lãs pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil**. Fundación Vida Silvestre, Argentina, 2004.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M.; REZENDE C. M. Óleos essenciais no Brasil: Aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32 n. 3 p. 588-594, 2009.

CRUZ, A. V. M.; KAPLAN, M. A. C. Uso medicinal de espécies das famílias Myrtaceae e Melastomataceae no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 11, n.1, p. 47 - 52, 2004.

DEFAVERI, A. C. A., SATO, A. ; BORRÉ, B. L.; AGUIAR, D. L. M.; GIL., R. A. S. SAN; ARRUDAD R. C. O.; RIEHL, C. A. S. *Eugenia neonitida* Sobral and *Eugenia rotundifolia* Casar. (Myrtaceae) Essential Oils: Composition, Seasonality Influence, Antioxidant Activity and Leaf Histochemistry. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 22, n. 8, p.1531-1538, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Solos e Embrapa/Produção de Informação/Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FIUZA, T.S; REZENDE, M.H; SABÓIA, S.M.T; BARA; M.T; TRESVENZOL, L.M.F; PAULA, J.R. Caracterização farmacognóstica das folhas de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae). **Revista**

Eletrônica de Farmácia. Goiania- GO. v. 5. n. 2, p. 21 - 31, 2008.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CANHOS, D. A. L.; JUNIOR CARVALHO, A. A.; COELHO, M. A. N.; COSTA, A. F.; COSTA D. P.; HOPKINS, P. M.; LOHMANN, L. G.; LUGHADHA, E. N.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, S.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. S.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. C. New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges. **BioScience**, v.62, n.1, p. 39-45, 2012.

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Manuais técnicos em Geociências, numero 1, Rio de Janeiro, 1992. 92p.

GOBBO-NETTO, L.; LOPES, N. Plantas medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundário. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GUBERT, C. **Prospecção da flora aromática de um remanescente da floresta ombrófila densa na região litorânea do Paraná.** Curitiba, 2010. Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná.

HASTON, E.; RICHARDSON, J.; STEVENS, P. CHASE, M; HARRIS D. J. The Linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p.128–131, 2009.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F. **Plant Systematics: a phylogenetic approach.** Sinauer Associates, Massachusetts, U.S.A, 1999.

LAWRENCE, G. H. M. **Taxonomia das Plantas Vasculares**, volume I, Fundação Galouste Gulbenkian, Lisboa 1951, 296p.

LIMA, D. M.; ALCANTARA, G. B.; BORTOLINI, M. F.; FANTI, F. P.; BIASI, L. A.; QUOIRIN, M.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Substratos e concentrações de ácido naftaleno acético no enraizamento de estacas semilenhosas de *Calliandra selloi* e *Calliandra tweediei*. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 7, n. 1-2, p. 105-111, 2006.

LIMA, H.C. de; GUEDES-BRUNI, R. R. Diversidade de plantas vasculares na reserva ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H.C. de; GUEDES-BRUNI, R. R. (eds.) **Serra de Macaé de Cima: Diversidade florística e conservação em Mata Atlântica.** 1ª Ed. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1997. p.28-39.

LIMA, T. P.; MARQUES, M. O. M.; HABER, L. L.; VIEIRA, M. A. R. FACANALI, R.; TAMASHIRO, J. Y.; MACHADO, S. R. Avaliação da composição química de óleos essenciais de espécies da família Myrtaceae nativas do cerrado com potencial de uso econômico. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstitutopibic/anais/2010/Artigos/RE10136.pdf>, acessado em 29 de novembro de 2013.

LOMBARDI, J. A.; GONÇALVES, M. Composição florística de remanescentes de Mata Atlântica do Sudeste de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n.3, p.255-282, 2000.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Hortic. Bras.** V. 27, n. 2 (Suplemento CD-Rom), 2009.

NIST Chemistry Webbook, edited by P. J. Linstrom and W. G. Mallard, <http://webbook.nist.gov> (acessado em setembro de, 2013).

KURTZ, B. C.; ARAÚJO, D. S. D. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** v. 51, n. 78-115, p.69-112, 2000.

PILLAR, V. DE PATTA. **Estado atual e desafios para a conservação dos campos.** *Workshop.* Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

PRINS C. L.; VIEIRA, I. J.C.; FREITAS, S. P. Reguladores de crescimento e produção de óleos essenciais. **Brazilian J. Plant Physiology**, v. 22, n. 2, p. 91-102, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.. **Fisiologia Vegetal**, trad. Eliane Romanato Santerém, *et al.* 4 ed. Porto Alegre, 2009.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria, 2012.

ROMAGNOLO, M. B.; SOUZA, M. C. Os gêneros *Calycorectes* O.Berg, *Hexachlamys* O. Berg., *Myrciaria* O.Berg e *Plinia* L. (Myrtaceae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, V.18, n.3, p.613- 627, 2004.

SACCHETTI, G.; MAIETTI, S.; MUZZOLI, M.; SCAGLIANTI, M.; MANFRENDINI, S.; RADICE, M.; BRUNI, R. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Food Chemistry**, v. 91, p. 621-632, 2005.

SANGWAN, N. S.; FAROOQI, A. H. A.; SHABIH F.; SANGWAN R. S. Regulation of essential oil production in plants. **Plant Growth Regulation**, 34, p. 3-21 2001.

SELLAMI, I.H. et al. Effect of growth stage on the content and composition of the essential oil and phenolic fraction of sweet marjoram (*Origanum majorana* L.), **Industrial Crops and Products**, v.30, p.395-402, 2009.

SILVA, F.A.S. 2011. Assistat – assistência estatística, versão 7.6 (Beta). Campina Grande: UFCG.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMAN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Em Farmacognosia: da planta ao medicamento.** Simões C. M. O; Spitzer V. Porto Alegre/Florianópolis, 6ª ed. 2007.

SOUZA, C.V; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II.** 2ª edição, Editora Plantarum, Nova Odessa, SP, 2008.

SOUZA S. A. M.; MEIRA, M. R.; FIQUEIREDO L. S.; MARTINS E. R. Óleos essenciais: aspectos econômicos e sustentáveis. **Enciclopédia Biosfera**, vol. 6, n. 10, p. 1-10, 2010.

WASICKY, R. Uma modificação do aparelho de clewenger para extração de óleos essenciais. **Revista Faculdade de farmácia e Bioquímica**, São Paulo, v.1, n. 1, p. 77-81, 1963.

Wiley Registry of Mass Spectral Data, 6th edn. **Wiley Interscience**, New York, 1994.

WONS, Iaroslav. **Geografia do Paraná: com fundamentos de geografia geral**. 6. ed. Curitiba: Ensino Renovado, 1994. 185 p.

YUNES, R. A. **Em Química de produtos naturais: novos fármacos e a moderna farmacognosia**; YUNES, R. A.; CECHINEL FILHO V., Org.; 3ª Ed. Univali, Itajaí, 2012, 384p.

6. CAPÍTULO V: TEOR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE FOLHAS E RAMOS DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS NOS CAMPOS GERAIS DA FLORESTA ATLÂNTICA DO ESTADO DO PARANÁ.

***Wanderlei do Amaral^a; Cícero Deschamps^a; Luiz Antonio Biasi^a;**

^a Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, 81531-990, Curitiba – Paraná – Brasil. Email: wdoamaral@ufpr.br ; cicero@ufpr.br ; biasi@ufpr.br tel. 55- (41) 33505687

Humberto R. Bizzo^b;

^b Embrapa Agroindústria de Alimentos, 23020-470 Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Email: humberto.bizzo@embrapa.br

Marco Antonio S. Pinto^c

^c Embrapa Gado de Leite, 36038-330 Juiz de Fora, MG, Brasil. Email: marco.pinto@embrapa.br

Resumo: Este trabalho visou avaliar o teor e composição química do óleo essencial de amostras frescas e secas de espécies arbóreas nativas nos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação em aparelho graduado tipo Clevenger. A composição química do óleo essencial foi analisada por meio de cromatografia em fase gasosa acoplada ao espectrômetro de massa (GC/MS). Foram avaliadas as espécies *Lithraea molleoides*, *Schinus terebenthifolius*, *Cinnamodendron dinisii*, *Ocotea catharinesis*, *Nectandra grandiflora*, *Ocotea odorifera*, *Cinnamomum stenophyllum*, *Prunus selovii*, *Casearia sylvestris*, *Casearia decandra*, *Aloysia gratissima* e *Drymis angustifolia*. As espécies hidrodestiladas apresentam ampla variação nos teores de óleo essencial (0,07 a 2,08%), onde a maioria das espécies não foram influenciadas pelo processo de secagem nos teores de óleo essencial. A espécie *Ocotea catharinensis* apresenta na sua composição química do óleo essencial das amostras maior porcentagem de monoterpenos, já as espécies *Casearia decandra*, *Nectandra grandiflora*, *Lithraea molleoides*, *Schinus terebenthifolius*, *Cinnamodendron dinisii*, *Aloysia gratissima* e *Drymis angustifolia* apresentam maior porcentagem de sesquiterpenos, sendo que *Casearia sylvestris* apresenta somente sesquiterpenos. *Ocotea odorifera* apresenta maior porcentagem de fenilpropanóides.

Palavras-chaves: Plantas medicinais e aromáticas, terpenos, Mata Atlântica.

* wdoamaral@ufpr.br

YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF ESSENTIAL OILS OF LEAVES AND BRANCHES OF NATIVE TREE SPECIES FROM “CAMPOS GERAIS” ATLANTIC FOREST IN THE STATE OF PARANÁ.

Abstract: This work aimed to evaluate the yield and chemical composition of essential oil from fresh and dried samples of native tree species in the Campos Gerais of Paraná State Atlantic Forest. The essential oil extraction was done by hydrodistillation in a graduate Clevenger type apparatus. The chemical composition of the essential oil was analyzed by gas phase chromatography coupled with mass spectrometry (GC/MS). Species were evaluated *Lithraea molleoides*, *Schinus terebenthifolius*, *Cinnamodendron dinisii*, *Ocotea catharinesis*, *Nectandra grandiflora*, *Ocotea odorifera*, *Cinnamomum stenophyllum*, *Prunus selovii*, *Casearia sylvestris*, *Casearia decandra*, *Aloysia gratissima* e *Drymis angustifolia*. The hidrodistillated species show a wide variation in the levels of essential oil (0.07 to 2.08%), where most species were not affected by the drying process in the yield of essential oil. The species *Ocotea catharinensis* presents the chemical composition of the essential oil of the samples higher percentage of monoterpenes, as the species *Casearia decandra*, *Nectandra grandiflora*, *Lithraea molleoides*, *Schinus terebenthifolius*, *Cinnamodendron dinisii*, *Aloysia gratissima* and *Drymis angustifolia* have a higher percentage of sesquiterpenes, and *C. sylvestris* presents only sesquiterpenes. *Ocotea odorifera* has a higher percentage of phenylpropanoids.

Keywords: medicinal and aromatic plants, terpenen, Atlantic Forest.

1 INTRODUÇÃO

O mercado nacional e internacional de óleos essenciais vem demonstrando um crescente interesse por novas essências (BIZZO *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2010), porém a produção de óleos essenciais no Brasil ainda é incipiente para atender a demanda. Segundo Bandoni *et al.* (2008) estima-se que aproximadamente 65% do mercado de essências provêm de espécies cultivadas e 1% de espécies silvestres. Yunes *et al.* (2012), ressaltam sobre a importância de se intensificar os estudos da flora Brasileira, de forma interdisciplinar, visando à identificação de espécies promissoras para a produção de óleos voláteis, para utilização como insumos na obtenção de ativos a serem incluídos em novos medicamentos à disposição do sistema de saúde nacional.

Detentor da maior biodiversidade do mundo com mais 40.000 espécies vegetais descritas, o Brasil ainda possui uma taxa de endemismo de 56% das espécies de plantas, sendo que o Bioma Floresta Atlântica apresenta o maior número de espécies vegetais entre os biomas brasileiros, com mais de 19.000 espécies, onde mais de 7.600 espécies são endêmicas. Dentre as espécies da Floresta Atlântica destacam-se as espécies arbóreas das famílias Anacardiaceae, Lauraceae, Rosaceae, Salicaceae, Verbenaceae, Lauraceae, Canellaceae, Winteraceae, entre outras (FORZZA *et al.*, 2012).

Os óleos essenciais são produtos do metabolismo secundário composto geralmente por terpenos, que estão ou não associados a outros componentes, a maioria destes voláteis e em conjunto geram o odor no vegetal (BANDONI *et al.*, 2008), são amplamente utilizados na indústria de cosméticos e farmacêutica (SACCHETTI, *et al.*, 2005; GOBBO-NETTO e LOPES, 2007; BIASI e DESCHAMPS, 2009; YUNES *et al.*, 2012). Nas plantas estão relacionados com funções ecológicas de proteção e atração de polinizadores, entre outras, e sofrem variação quantitativa e qualitativa em resposta ao ambiente (TAIZ e ZEIGER, 2009; DICKE e BALDWIN, 2010; BEDOYA-PEREZ *et al.*, 2014.). Fatores ambientais e de pós-colheita influenciam no metabolismo secundário das espécies vegetais afetando a produção e composição dos óleos essenciais (SANGWAN *et al.*, 2001, GOBBO-NETTO e LOPES, 2007; MORAIS, 2009; PRINS *et al.*, 2010). Os Campos Gerais possuem uma estrutura, função e dinâmica muito particular e que representam ecossistemas altamente interativos (IBGE, 1992). Sua existência é condicionada por fatores abióticos, pela ação antrópica e por perturbações ditas naturais, como geadas, estiagem e especialmente o fogo (PILLAR, 2006), pela fragilidade e pequenas áreas de preservação deste ecossistema, constitui-se um dos mais ameaçados do Continente (BILENCA e MIÑARRO, 2004).

Torres *et al.* (2010), avaliaram a composição química dos compostos voláteis das cascas frescas de *Cinnamodendron dinisii* no Estado de Santa Catarina, identificaram predominantemente monoterpenos tendo como componentes majoritários do óleo essencial o limoneno (68,5%) e alfa-terpineol (9,9%). Castellani *et al.* (2006) avaliando o efeito da sazonalidade para *Ocotea odorifera* e *Casearia sylvestris* em segmento de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais, encontrou teores médios de óleo essencial de $8,40 \mu\text{L g}^{-1}$ ms em galhos e folhas frescas de *Ocotea oderifera* e teores de $8,7 \mu\text{L g}^{-1}$ ms em folhas frescas de *Casearia sylvestris*. Spandre (2010) avaliando também o efeito da sazonalidade para *Casearia sylvestris* no teor de composição do óleo essencial em Curitiba, Paraná, encontrou teor de $4,06 \mu\text{L g}^{-1}$ ms no inverno, com os componentes majoritários germacreno D, biciclogermacreno, *trans*-cariofileno, germacreno B e β -elemeno. Becker (2008) obteve em folhas frescas de *C. sylvestris* coletadas em maio em Lajeado (RS), 1% de rendimento de óleo essencial, com β -elemeno (31,70%) e o α -humuleno (28,20%) como componentes majoritários da espécie. Gubert, (2010), avaliou espécies no litoral paranense, encontrou teores de óleo essencial para *Casearia sylvestris* e *Casearia decandra* de 5,23 e $0,31 \mu\text{L g}^{-1}$ ms respectivamente, e para *Ocotea catharinensis* $1,88 \mu\text{L g}^{-1}$ ms, e as espécies apresentaram basicamente mono e sesquiterpenos.

Existem estudos florísticos e estruturais para a Floresta Atlântica do Estado do Paraná, mas a flora aromática deste bioma, principalmente da formação Campos Gerais, ainda é pouco conhecida, por isso a bioprospecção de espécies arbóreas aromáticas pode contribuir para a identificação de espécies produtoras de óleos essenciais com aplicação em diferentes setores da indústria, auxiliando em projetos de manejo sustentável e fomentando outras pesquisas para o cultivo e desenvolvimento de produtos destas espécies, com isso objetivou-se avaliar teor e composição química do óleo essencial de amostras frescas e secas das espécies arbóreas nativas nos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Coleta material botânico

O material vegetal utilizado para a extração do óleo essencial consistiu de folhas e / ou ramos terminais com as folhas que foram colhidas de 14 de maio de 2011 a 25 de fevereiro de 2012, na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Butuguara, no município de Palmeira, PR, com formações de Campos Gerais, com altitudes que variam de 985 a 1.145m, localizada a 25° 20.884' S e 049° 47.258' W, com solos predominantemente das classes Litossolo e Cambissolo (EMBRAPA, 2006). Conforme classificação de Köppen o clima da região é tipo Cfb, temperado, com verão ameno, temperaturas médias anuais em torno de 17°C, com geadas severas e frequentes e pluviosidade média de 1.200mm ano (WONS, 1994).

Para a coleta e transporte do material vegetal na reserva foi emitida uma licença pelo Instituto Ambiental do Paraná sob o nº 284/11. Foram coletadas doze espécies que pertencem às famílias Anacardiaceae, Canellaceae, Lauraceae, Salicaceae, Rosaceae, Verbenaceae e Winteraceae (Figuras 1, 2, 3).

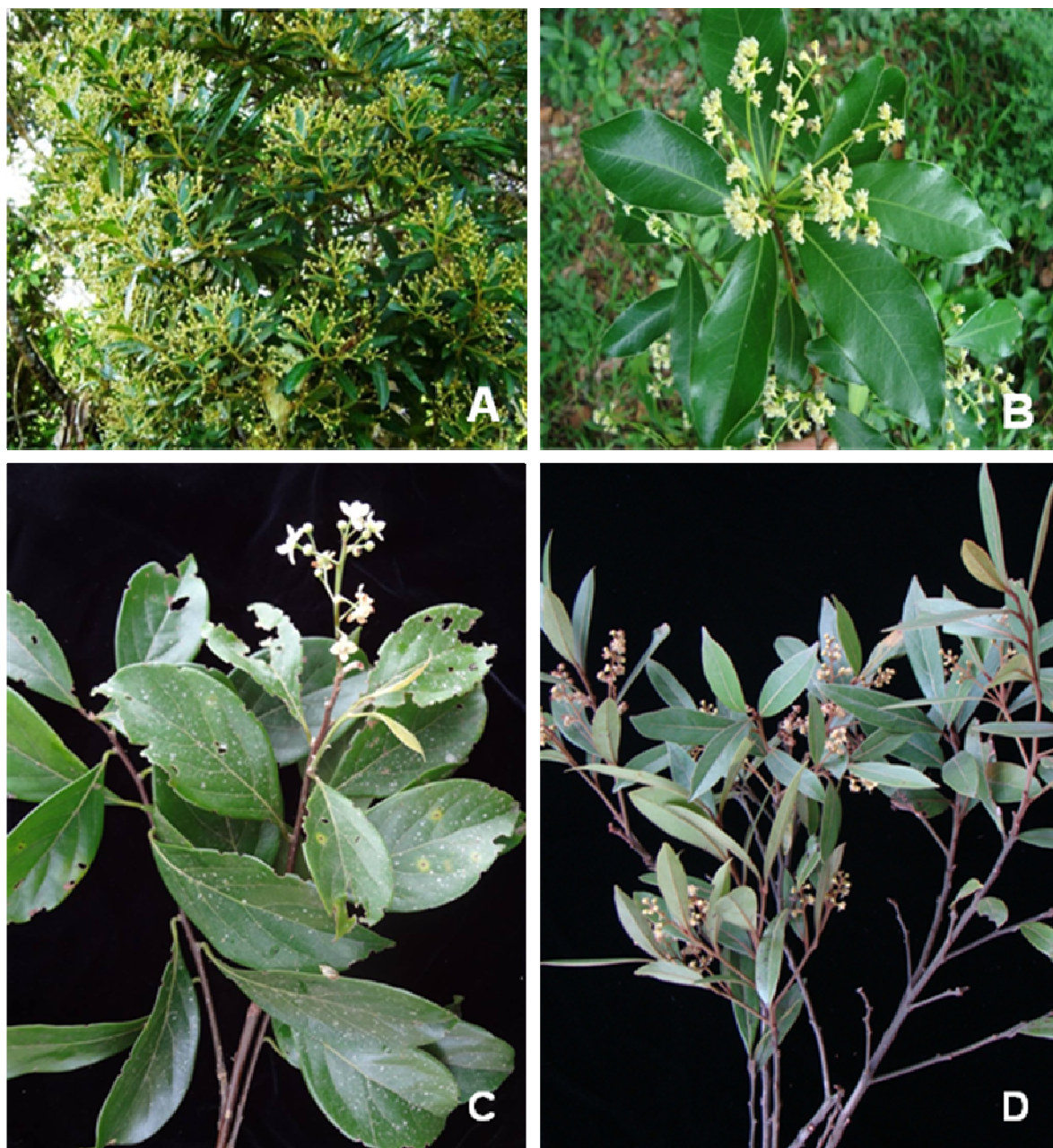


Figura 1 – Espécies da família Lauraceae. A: *Cinnamomum stenophyllum* (Meissner) Vattimo.; B: *Ocotea odorifera* (Vellozo) Rohwer ; C: *Nectandra grandiflora* Nees ; D: *Ocotea catharinesis* Mez.

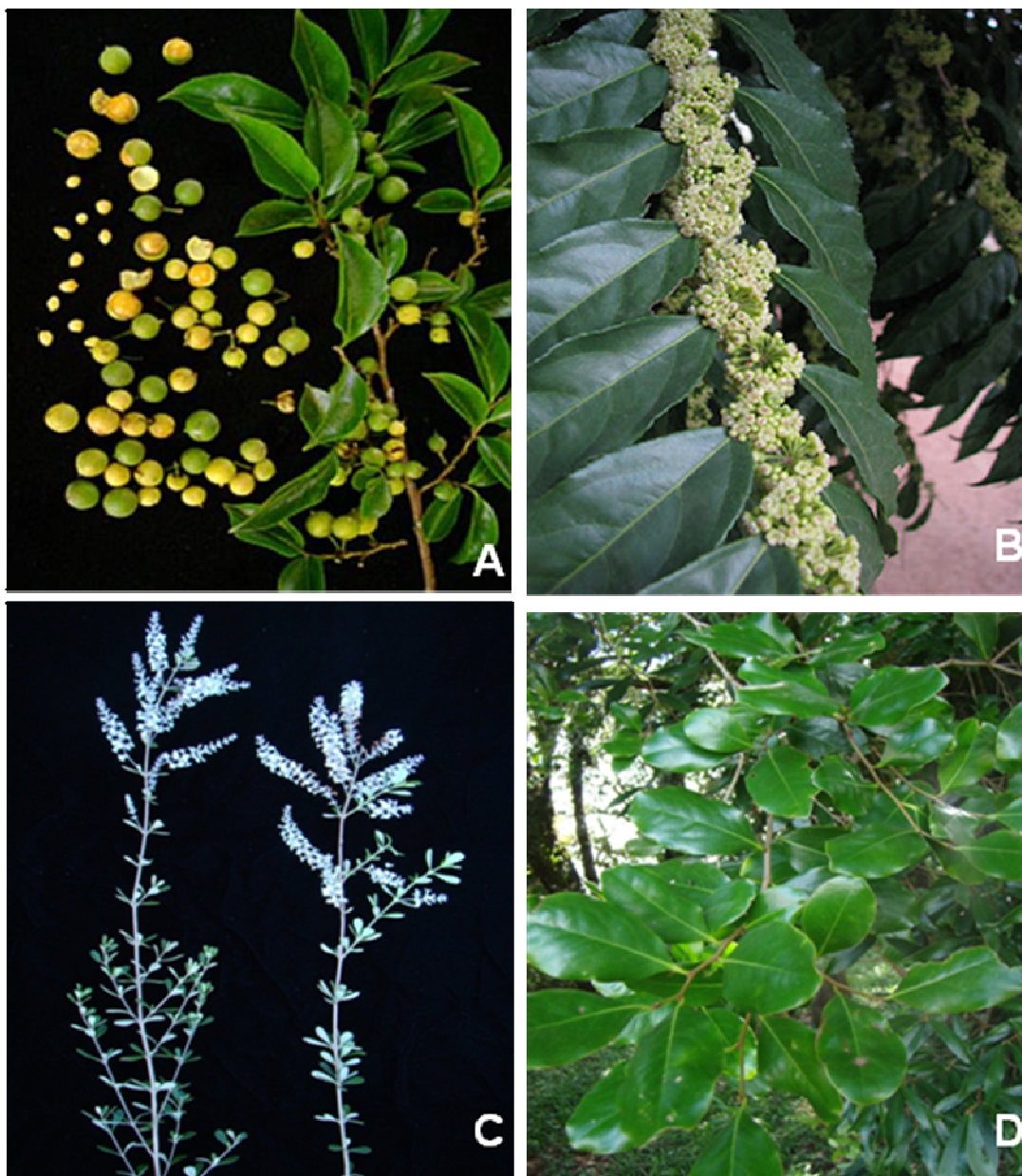


Figura 2 - A: *Casearia decandra* Jacq. (Salicaceae) B: *Casearia sylvestris* Sw. (Salicaceae); C: *Aloysia gratissima* (Gilles & Hook. ex Hook.) (Verbenaceae); D: *Cinnamodendron dinisii* Schwanke (Canellaceae).

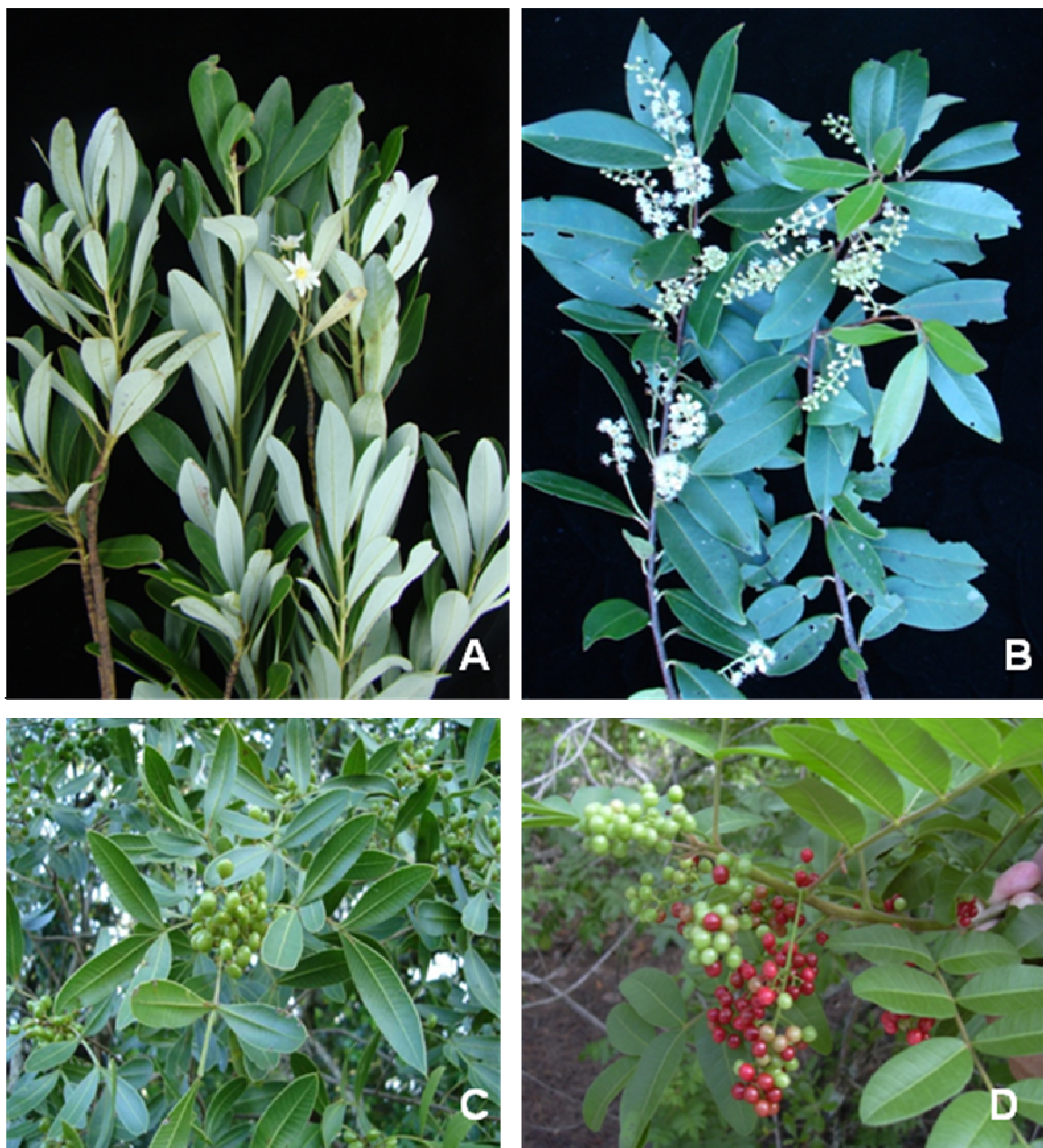


Figura 3 - A: *Drymis angustifolia* Miers. (Winteraceae); B: *Prunus selovii* Koehne (Rosaceae); C: *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl (Anacardiaceae); D: *Schinus terebenthifolius* Raddi (Anacardiaceae).

A escolha das espécies foi feita tendo como base o aroma ou por apresentarem registros na literatura de suas características aromáticas para o grupo botânico (Tabela 1). No campo foram localizadas as espécies, marcado o ponto com auxílio de GPS, feitos as exsicatas para a identificação botânica, fotografadas e coletado com auxílio de podão e tesoura 1 kg de material de no mínimo 10 exemplares de cada espécie para extração. As exsicatas foram transportadas até o Herbário das Faculdades Integradas Espírita (HFIE), onde foram herborizadas (LAWRENCE, 1951; IBGE, 1992), sendo tombadas no acervo do Herbário

HFIE (Tabela 1). As duplicatas foram enviadas ao Herbário do Museu Botânico Municipal (MBM) e Herbário da Universidade Federal do Paraná, Ciências Biológicas (UPCB).

Tabela 1. Dados gerais das espécies nativas de arbóreas coletadas para extração do óleo essencial, Palmeira, PR, 2011/2012.

Nome Científico	Família	Parte da planta	N°. Herbário*	Localização**			Data de coleta
				Latitude	Longitude	Altitude	
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl	ANACARDIACEAE	Folhas	8.815	S 25° 19.982'	W 49° 48.371'	1.018	27/09/11
<i>Schinus terebenthifolius</i> Raddi	ANACARDIACEAE	Folhas	8.814	S 25° 19.982'	W 49° 48.371'	1.018	27/09/11
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwanke	CANELACEAE	Folhas e ponta dos ramos	9.009	S 25° 20.958'	W 49° 47.131'	1.063	04/02/12
<i>Ocotea catharinesis</i> Mez.	LAURACEAE	Folhas e pontas dos ramos	8.559	S 25° 20.948'	W 49° 47.148'	1.136	14/05/11
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	LAURACEAE	Folhas e ponta dos ramos	8.820	S 25° 19.885'	W 49° 48.296'	995	17/10/11
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	LAURACEAE	Folhas e ramos	9.000	S 25° 19.862'	W 49° 48.338'	1.022	17/10/11
<i>Cinnamomum stenophyllum</i> (Meissner) Vattimo.	LAURACEAE	Folhas e pontas dos ramos	9.096	S 25° 19.980'	W 49° 48.365'	987	27/11/11
<i>Prunus selovii</i> Koehne	ROSACEAE	Folhas	8.823	S 25° 19.948'	W 49° 48.369'	918	27/09/11
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	SALICACEAE	Folhas	8.819	S 25° 21.094'	W 49° 47.897'	1.085	15/05/11
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	SALICACEAE	Folhas	8.813	S 25° 21.094'	W 49° 47.897'	1.085	14/05/11
<i>Aloysia gratissima</i> (Gilles & Hook. ex Hook).	VERBENACEAE	Folhas	8.822	S 25° 19.983'	W 49° 48.372'	1.015	27/09/11
<i>Drymis angustifolia</i> Miers.	WINTERACEAE	Folhas	9.098	S 25° 20.964'	W 49° 47.087'	1.121	25/02/12

* Número do exemplar referente à exsicata identificada, conforme se encontra no Herbário HFIE das FIES em Curitiba, PR.

** Coordenadas do ponto médio coleta da espécie, esta apresenta erro médio de 15 m de distancia ao entorno do ponto;

2.2 Extração do óleo essencial

As amostras foram transportadas até o Laboratório de Ecofisiologia, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR, Curitiba, PR, para a extração do óleo por meio de hidrodestilação durante 4 horas em aparelho graduado tipo Clevenger utilizando-se 100g de material fresco ou 50g seco, em 1L de água destilada, com três repetições (WASICKY, 1963). As folhas e ou ramos terminais com folhas para a extração com material seco, foram submetidas à secagem em secador elétrico modelo FANEM - Mod. 320 SE com circulação de ar, a 40° C por 24 horas. Para determinação do teor de umidade das folhas e ou ramos no momento da extração foram coletadas amostras de 20 g, em triplicatas, submetidas à secagem em secador elétrico modelo FANEM - Mod. 320 SE com circulação de ar, a 65°C até massa constante.

Após a extração, as amostras foram coletadas com pipeta de precisão, acondicionadas em microtubos de 2 mL, centrifugadas a 5.000 rpm por 2 minutos, para separar resíduo de água das amostras. Também se determinou em balança analítica de precisão a massa total do óleo para o cálculo do rendimento.

2.3 Identificação da composição química do óleo essencial

A identificação dos constituintes químicos do óleo essencial foi realizada por cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM). Os óleos essenciais foram diluídos em diclorometano na proporção de 1 % e 1,0 µL da solução foi injetada, com divisão de fluxo de 1:20 em um cromatógrafo Agilent 6890 (Palo Alto, CA) acoplado a detector seletivo de massas Agilent 5973N. O injetor foi mantido a 250°C. A separação dos constituintes foi obtida em coluna capilar HP-5MS (5%-fenil-95%-dimetilpolissiloxano, 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) e utilizando hélio como gás carreador (1,0 mL min⁻¹). A temperatura do forno foi programada de 60 a 240°C a uma taxa de 3°C min⁻¹. O detector de massas foi operado no modo ionização eletrônica (70 eV), a uma taxa de 3,15 varreduras s⁻¹ e faixa de massas de 40 a 450 u. A linha de transferência foi mantida a 260°C, a fonte de íons a 230°C e o analisador (quadrupolo) a 150°C.

Para a quantificação, as amostras diluídas foram injetadas em cromatógrafo Agilent 7890A equipado com detector de ionização por chama (DIC), operado a 280°C. Foram empregadas as mesmas coluna e condições analíticas descritas acima, exceto pelo gás carreador usado, que foi o hidrogênio, a uma vazão de 1,5 mL min⁻¹. A composição percentual foi obtida pela integração eletrônica do sinal do DIC pela divisão da área de cada componente pela área total (área %).

A identificação dos constituintes químicos foi obtida por comparação de seus espectros de massas com aqueles das espectrotescas (WILEY, 1994; NIST, 2013) e também por seus índices de retenção linear, calculados a partir da injeção de uma série homóloga de hidrocarbonetos (C₇-C₂₆) e comparados com dados da literatura (ADAMS, 2007).

2.4 Análise dos dados

As variâncias foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Para isso utilizou-se o programa estatístico ASSISTAT versão 7.6 Beta (SILVA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teor do óleo essencial

As espécies *Prunus selovii* (Figura 3B) e *Cinnamomum stenophyllum* (Figura 1A) não apresentaram óleo essencial após a hidrodestilação nas amostras frescas e secas.

As amostras frescas de *Nectandra grandiflora* (Figura 1C) apresentaram teor de óleo essencial (2,08%) superior, não diferindo estatisticamente de *Drymis angustifolia* (Figura 3A) (1,27%), porém nas amostras secas a *Ocotea odorífera* (Figura 1B) observou-se teor de óleo essencial (2,31%) superior as demais espécies, isto deve-se ao fato de que a *Nectandra grandiflora* decresceu em 17,91 % o teor de óleo essencial após a secagem, enquanto que a *Ocotea odorífera* apresentou um acréscimo de 134,2 % no teor de óleo essencial após a secagem (Tabela 2). O aumento no teor de óleo essencial após a secagem pode ser explicado devido ao fato de nesta espécie o óleo essencial estar armazenado em estruturas celulares internas nas folhas, cascas e lenho (TOLEDO *et al.*, 2004a; TOLEDO *et al.*, 2004b; OLIVEIRA, 2005), que após a secagem, com a saída da água, provavelmente são fragilizados os tecidos celulares, ocorrendo extravasamento dos compostos voláteis favorecendo a retirada do óleo essencial durante a hidrodestilação. Castellani *et al.* (2006), encontraram teores médios de óleo essencial (0,84%) em galhos e folhas frescas de *Ocotea odorífera*, semelhantes ao encontrado neste trabalho (0,98%), porém não avaliaram a composição química do óleo essencial. Como se pode observar na Tabela 3, as porcentagens dos seus componentes majoritários (safrol e espatulenol) mantiveram-se estáveis após a secagem, o que indica que para *Ocotea odorífera* a secagem antes da extração pode ser uma prática viável.

O teor de óleo essencial das espécies *Lithraea molleoides* (Figura 3C), *Schinus terebenthifolius* (Figura 3D), *Casearia sylvestris* (Figura 2B), *Casearia decandra* (Figura 2A), *Aloysia gratissima* (Figura 2C), *Ocotea catharinensis* (Figura 1D), *Cinnamodendron dinisii* (Figura 2D), *Drymis angustifolia* não foi afetado significativamente pela secagem (Tabela 2). Spandre (2010), avaliando a secagem de folhas de *Casearia sylvestris* observou que a espécie aumenta os teores de óleo essencial após a secagem com temperatura de 40°C e 60°C (0,87 e 1,02%, respectivamente). Neste trabalho a espécie não apresentou diferença significativa para este fator, porém houve uma tendência de aumento no rendimento de óleo essencial (Tabela 2).

Tabela 2 - Teor de óleos essenciais (%) de espécies arbóreas nativas nos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná.

Espécies	Família	Teor de óleo Amostras frescas		Teor de óleo Amostras secas	
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl	ANACARDIACEAE	0,19	Ad	0,13	Ae
<i>Schinus terebenthifolius</i> Raddi	ANACARDIACEAE	0,38	Ab	0,44	Ad
<i>Prunus selovii</i> Koehne	ROSACEAE	0,00	Ad	0,00	Af
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	SALICACEAE	0,19	Ac	0,37	Ad
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	SALICACEAE	0,07	Ad	0,06	Ae
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook ex Hook).	VERBENACEAE	0,41	Ab	0,33	Ae
<i>Ocotea catharinesis</i> Mez.	LAURACEAE	0,25	Ac	0,23	Ae
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	LAURACEAE	2,08	Aa	1,71	Bb
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	LAURACEAE	0,98	Bb	2,31	Aa
<i>Cinnamomum stenophyllum</i> (Meissner) Vattimo.	LAURACEAE	0,00	Ae	0,00	Af
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwanke	CANELACEAE	0,62	Ab	0,75	Ac
<i>Drymis angustifolia</i> Miers.	WINTERACEAE	1,27	Aa	1,14	Ab
CV%		28,08			

*As médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha na diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Torres *et al.* (2010), encontraram nas cascas *Capsicodrendon dinisii*, (nome botânico válido hoje *Cinnamodendron dinisii*) coletados em Santa Catarina, teores de óleo essencial de 0,08%, bem a baixo dos teores de óleo essencial (0,62%) encontrados nos campos gerais Paranaense (Tabela 2). Castellani *et al.* (2006) encontraram para *Casearia sylvestris* em um segmento de Mata Atlântica de Viçosa (MG) teores de óleo essencial de 0,62 a 1,12%, que variaram em função da época do ano da colheita, Becker (2008), obteve em folhas frescas de *C. sylvestris* coletadas em maio em Lajeado (RS), 1% de rendimento de óleo essencial, maiores que os encontrados por Spandre (2010) cujo melhor teor foi de 0,40% no inverno, neste trabalho nos Campos Gerais Paranaense foi obtido no outono 0,19%. Gubert (2010), avaliando espécies no litoral paranaense encontrou teores de óleo essencial para *Casearia sylvestris* e *Casearia decandra* de 0,52 e 0,03% respectivamente, e para *Ocotea catharinensis* 0,18%. Nos Campos Gerais Paranaense os teores de óleo essencial de *C. decandra* e *O. catharinensis* foram maiores (0,07 e 0,25%) respectivamente.

3.2 Composição do óleo essencial

A espécie *Ocotea catharinensis* apresentou em sua composição química do óleo essencial das amostras maior porcentagem de monoterpenos, já as espécies *Casearia sylvestris*, *Casearia decandra*, *Lithraea molleoides*, *Schinus terebenthifolius*,

Cinnamodendron dinisii, *Aloysia gratissima* e *Drymis angustifolia* apresentaram maior porcentagem de sesquiterpenos no seu óleo essencial nas amostras frescas e secas, *Casearia sylvestris* apresentou somente sesquiterpenos, e *Nectandra grandiflora* apresentou maior porcentagem de uma cetona. *Ocotea odorifera* apresentou maior porcentagem de fenilpropanoides, como o safrol com 77,9%. A espécie *Drymis angustifolia* apresentou em seu óleo essencial 17,7 e 23,0 % nas folhas frescas e secas respectivamente, de miristicina, um fenilpropanoide. Este fenilpropanoide é comumente encontrada em nosmocada (*Myristica fragrans*) (26%), sendo usado como uma fragrância em cosméticos e como um agente aromatizante de alimentos (SLAMENOVA *et al.*, 2009) (Tabela 3). Na medicina tradicional a miristicina tem sido usada para tratar a cólera, câibras abdominais, náuseas, diarreia, e ansiedade (MARTINS *et al.*, 2011). Recentemente, foi relatado que miristicina exerce atividade antibacteriana contra os microorganismos gram-positivos e gram-negativos (NARASIMHAN e DHAKE, 2006), também demonstrou atividade antiinflamatória (LEE e PARK, 2011).

As amostras de óleo essencial das espécies obtidas de plantas frescas apresentaram como constituintes majoritários para *Casearia sylvestris* foi o biciclogermacreno (18,4%) e o δ -cadineno (11,7%), *Casearia decandra* o biciclogermacreno (12,2%) e o globulol (8,2%), *Nectandra grandiflora* o di-hidro-karanona (30,9%) e o α -selineno (2,7%), *Ocotea odorifera* o safrol (77,9%) e o espatulenol (4%), *Ocotea catharinensis* o α -pineno (13,9%) e o limoneno (13,4%), *Lithraea molleoides* o δ -3-careno (33%) e o mirceno (29,6%), *Schinus terebenthifolius* o α -pineno (24,3%) e o γ -muuroleno (16,6%), *Cinnamodendron dinisii* o espatulenol (25,9%) e o limoneno (17,69%), *Aloysia gratissima* o (*E*)- β -cariofileno (17,3%) e o (*E*)-nerolidol (9,7%), *Drymis angustifolia* a miristicina (17,7%) e o α -cadinol (9,4%) (Tabela 3). Gubert (2010), avaliando a composição química do óleo essencial de espécies nativas no litoral paranaense encontrou para *Casearia dencandra* como componentes majoritários globulol (14,2%) e α -cadinol (14,1%), para *Casearia sylvestris*, espatulenol (27,4%) e β -eudesmol (11,4%), para *Ocotea catharinensis*, óxido de cariofileno (21,8%) e espatulenol (15,6%), resultados diferentes aos encontrados para estas espécies nos Campos Gerais Paranaense. Spandre (2010) avaliando o óleo essencial de *Casearia sylvestris* em Curitiba, PR, encontrou como componentes majoritários do óleo essencial germacreno D (31,83%), biciclogermacreno (26,77%). Becker (2008) encontrou como componentes majoritários para *Casearia sylvestris* em Lajeado (RS) o β -elemeno (31,70%) e o α -humuleno

(28,20%). Tininis *et al.* (2006) identificaram em folhas frescas de *C. sylvestris* os mesmos componentes majoritários germacreno D (79,2%) e gemacreno B (14,8%).

Fatores como quimiotipos, interferência do ciclo vegetativo, fatores ambientais podem ter influenciado na composição dos óleos essenciais nestas espécies (SANGWAN, *et al.*, 2001; GOBBO-NETTO e LOPES, 2007; MORAIS, 2009; SELLAMI *et al.*, 2009; PRINS *et al.*, 2010).

As espécies *Casearia sylvestris*, *Nectandra grandiflora*, *Ocotea odorifera*, *Schinus terebenthifolius* e *Aloysia gratissima* mantiveram sua composição química do óleo essencial estável em relação a seus compostos majoritários após a secagem (Tabela 3). Entretanto, outras espécies sofreram alterações maiores em sua composição como *Casearia decandra* que aumentou biciclogermacreno de 12,2% para 20,2%, diminuiu globulol e espatulenol de 8,2% para 5,5% e 7,1% para 0,8% respectivamente. Em *Lithraea molleoides* o δ -careno e o mirceno diminuíram de 33% para 19,8% e 29,6% para 11,1% respectivamente. Em *Cinnamodendron dinisii* o espatulenol e limoneno aumentaram de 25,9% para 33,8% e 17,6 para 24% respectivamente após a secagem. Torres *et al.* (2010) avaliando a composição química dos compostos voláteis das cascas frescas de *C. dinisii* em Santa Catarina, identificaram predominantemente monoterpenos tendo como componentes majoritários do óleo essencial o limoneno (68,5%) e α -terpineol (9,9%).

Ocotea catharinensis que, após a secagem, diminuiu em sua composição química a porcentagem de α -pineno, mirceno, limoneno, germacreno D, biciclogermacreno, no entanto só apresentou khusimol e ácido vetivenico após a secagem (Tabela 3). Também em *Drymis angustifolia* houve o aumento na sua composição química do óleo essencial, após a secagem, das porcentagens de sabineno, p-cimeno, miristicina, espatulenol e a diminuição das porcentagens de (Z)- β -ocimeno, germacreno D, *cis*- β -guaieno e α -cadinol. Spandre (2010) avaliando a secagem de *Casearia sylvestris* em relação à composição do óleo essencial observou que o biciclogermacreno foi mais abundante em folhas secas a 40 e 60°C e o δ -cadineno apresentou maior concentração em todos os tratamentos de secagem das folhas, já os constituintes α -cubebeno, *trans*-cariofileno, α -copaeno, cubebol, β -elemeno, guaiol, bulnesol, 1-epicubenol e seicheleno apresentaram teores superiores em folhas frescas. Acredita-se que as alterações na composição do óleo essencial após a secagem devem-se aos processos de oxidação e volatilização (YUNES *et al.*, 2012), alterando assim a composição e as concentrações dos constituintes do óleo essencial.

Tabela 3. Porcentual relativo dos componentes químicos do óleo essencial das amostras frescas e secas de espécies nativas arbóreas dos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná, 2012.

Compostos	Espécies ^c											
	IR ^a	IR ^b	<i>C. sylv</i>	<i>C. dec</i>	<i>N. gran</i>	<i>O. odor</i>	<i>O. cath</i>	<i>L. moll</i>	<i>S. tere</i>	<i>C. dini</i>	<i>A. grat</i>	<i>D. ang</i>
α -pineno	937	932	---	---	0,2	0,3 (0,4) ^d	13,9 (10,6)	0,3	24,3 (21,2)	0,9 (1,3)	6,2 (2,4)	0,9 (1,9)
Sabineno	972	969	---	---	---	---	4,2 (3,5)	---	1,0 (0,6)	(0,8)	---	6,7 (10,5)
β -pineno	975	974	---	---	---	0,1 (0,2)	10,0 (7,0)	---	4,1 (3,7)	0,7 (0,9)	7,2 (3,2)	1,6 (2,5)
Mirceno	990	988	---	---	---	---	3,0 (2,1)	29,6 (11,1)	13,7 (7,4)	0,2	0,5	---
α -felandreno	1005	1002	---	---	---	1,9 (2,9)	1,1 (1,2)	0,3	---	---	---	1,6 (1,8)
δ -3-careno	1009	1011	---	---	---	---	---	33,0 (19,8)	---	---	---	---
α -terpineno	1016	1018	---	---	---	---	0,8 (1,3)	---	---	---	---	0,3
p-cimeno	1023	1022	---	---	---	3,0 (3,6)	1,3	0,8	0,4 (0,3)	0,3 (0,3)	---	2,2 (4,0)
Limoneno	1026	1024	---	---	---	(0,3)	13,4 (9,9)	3,4 (1,5)	1,5 (1,2)	17,6 (24,0)	0,9 (0,5)	2,6 (3,8)
1,8-cineol	1028	1030	---	---	---	0,9 (0,8)	---	---	---	1,3 (2,6)	---	---
(<i>Z</i>)- β -ocimeno	1035	1032	---	---	---	---	2,5 (1,7)	0,9	0,3	---	---	6,3 (2,6)
(<i>E</i>)- β -ocimeno	1046	1044	---	---	1,0	---	1,5	---	---	---	---	---
γ -terpineno	1056	1054	---	---	---	---	1,7 (1,9)	---	---	---	---	0,8
Terpinoleno	1086	1088	---	---	---	---	---	1,0 (0,8)	---	---	---	0,3
Linalol	1100	1095	---	---	0,3 (0,3)	---	---	2,6 (1,9)	---	---	0,4 (0,3)	---
<i>Trans</i> -pinocarveol	1135	1135	---	---	---	---	---	---	---	---	1,3 (1,7)	---

Continuação tabela 3.

Compostos	IR ^a	IR ^b	Espécies ^c									
			<i>C. sylv</i>	<i>C. dec</i>	<i>N. gran</i>	<i>O. odor</i>	<i>O. cath</i>	<i>L. moll</i>	<i>S. tere</i>	<i>C. dini</i>	<i>A. grat</i>	<i>D. ang</i>
<i>Trans</i> -verbenol	1140	1140	---	---	---	---	---	---	---	---	1,5 (1,5)	---
Cânfora	1140	1141	---	---	---	0,4 (0,5)	---	---	---	---	---	---
Pinocarvona	1159	1160	---	---	---	---	---	---	---	---	1,2 (1,0)	---
4-terpineol	1178	1174	---	---	---	---	2,7 (2,0)	---	0,9 (0,5)	1,5 (1,6)	---	8,6 (8,9)
α -terpineol	1190	1186	---	---	---	0,3 (0,3)	---	0,3	0,9 (0,6)	0,8	---	1,4 (2,5)
Mirtenol	1193	1195	---	---	---	---	---	---	---	---	1,5 (1,8)	---
Verbenona	1208	1204	---	---	---	---	---	---	---	---	(0,4)	---
Neral	1238	1235	---	1,6	---	---	---	---	---	---	---	---
Carvotanacetona	1245	1244	---	---	---	---	---	---	---	0,6 (1,0)	---	---
Geranial	1263	1264	---	2,2	---	---	---	---	---	---	---	---
Safrol	1285	1285	---	---	---	77,9 (77,6)	---	---	---	---	---	---
δ -elemeno	1333	1335	0,8	(0,4)	---	---	---	---	---	---	0,5 (0,3)	---
α -cubebeno	1346	1345	---	---	---	---	---	---	---	1,0 (1,2)	---	0,4
Eugenol	1355	1356	---	---	---	0,6 (0,6)	---	---	---	---	---	---
acetato de nerila	1357	1359	---	3,1	---	---	---	---	---	---	---	---
α -copaeno	1375	1374	2,5 (4,3)*	(0,9)	---	---	---	(0,9)	3,8 (4,9)	0,8 (0,9)	---	---
β -bourboneno	1385	1387	---	(0,4)	---	---	---	---	---	---	(0,3)	---
β -elemeno	1389	1389	2,3 (2,9)	3,0 (4,4)	0,9 (0,3)	---	---	---	1,6 (1,8)	0,3	---	0,9 (0,7)
(<i>E</i>)- β -cariofileno	1417	1417	7,2 (9,1)	6,7 (7,7)	---	0,4 (0,3)	2,9 (2,5)	0,8 (2,4)	8,9 (11,2)	2,0 (1,6)	17,3 (19,0)	0,7

Continuação tabela 3.

Compostos	IR ^a	IR ^b	Espécies ^c									
			<i>C. sylv</i>	<i>C. dec</i>	<i>N. gran</i>	<i>O. odor</i>	<i>O. cath</i>	<i>L. moll</i>	<i>S. tere</i>	<i>C. dini</i>	<i>A. grat</i>	<i>D. ang</i>
β-copaeno	1430	1430	---	(0,6)	---	---	---	---	---	0,5 (0,7)	---	---
<i>Trans</i> -α-bergamoteno	1431	1432	---	---	---	---	---	---	---	---	1,1 (0,9)	---
α-guaieno	1436	1437	1,3 (1,9)	---	0,6	---	---	---	---	---	---	---
Aromadendreno	1437	1439	---	3,8 (1,3)	---	---	---	---	---	---	---	---
6,9-guaiadieno	1440	1442	0,9 (1,3)	---	---	---	---	0,3 (1,3)	---	---	---	---
α-humuleno	1450	1452	1,1 (1,3)	1,6 (1,7)	---	---	1,2	(0,7)	1,1 (1,1)	0,5	1,3 (1,7)	---
<i>allo</i> -aromadendreno	1454	1458	1,1 (1,4)	3,0 (0,5)	---	---	---	---	0,9 (1,2)	0,3	0,8 (0,4)	---
(<i>E</i>)-9-epi-cariofileno	1462	1464	---	(1,8)	---	---	---	---	---	---	---	---
4,5-di-epi-aristolocheno	1465	1471	---	---	2,6 (2,8)	---	---	---	---	---	---	---
β-chamigreno	1472	1476	---	---	1,3 (1,3)	---	---	---	---	---	---	---
γ-muuroleno	1475	1478	---	(1,5)	0,4	0,3	---	1,0 (4,6)	16,6 (17,9)	0,4	5,3 (3,8)	0,7
Ar-curcumeno	1478	1479	---	---	---	---	---	---	---	0,9 (1,0)	---	---
α-amorfeno	1481	1483	---	---	---	---	---	0,3 (1,3)	---	---	---	---
Germacreno D	1482	1484	11,5 (13,4)	1,7 (6,0)	---	---	6,1 (2,9)	---	---	---	---	6,7 (1,1)
β-selineno	1483	1489	---	3,3 (2,4)	1,1 (1,3)	0,5 (0,4)	---	---	(0,3)	---	---	---
<i>cis</i> -β-guaieno	1491	1492	---	---	---	---	---	(0,9)	---	4,8 (1,8)	---	2,2 (0,7)
Biciclogermacreno	1493	1494	18,4 (19,6)	12,2 (20,2)	---	1,1 (1,0)	7,9 (5,8)	---	3,8 (4,8)	---	7,3 (6,3)	0,5
Viridifloreno	1494	1496	---	---	---	---	---	---	---	0,3	---	0,6

Continuação tabela 3.

Compostos	IR ^a	IR ^b	Espécies ^c									
			<i>C. sylv</i>	<i>C. dec</i>	<i>N. gran</i>	<i>O. odor</i>	<i>O. cath</i>	<i>L. moll</i>	<i>S. tere</i>	<i>C. dini</i>	<i>A. grat</i>	<i>D. ang</i>
Valenceno	1494	1496	---	---	1,1 (1,3)	---	---	---	---	---	---	---
α -selineno	1496	1498	---	---	2,7 (1,2)	---	---	---	---	---	---	---
α -muuroleno	1498	1500	---	---	---	---	---	0,5 (2,3)	0,5 (0,5)	---	---	0,6
Germacreno A	1501	1508	2,7 (3,4)	(2,8)	0,6	---	---	---	1,1 (1,3)	---	---	---
Cubebol	1511	1514	1,5	---	---	---	---	---	---	---	0,8 (0,9)	---
γ -cadineno	1511	1513	---	(0,7)	---	---	---	0,5 (2,2)	---	---	---	---
Miristicina	1520	1517	---	---	---	---	---	---	---	---	---	17,7 (23,0)
δ -cadineno	1521	1522	11,7 (15,0)	3,1 (1,7)	---	---	2,1	1,5 (7,9)	1,8 (2,0)	1,3 (1,0)	0,6 (0,7)	2,2 (1,4)
α -calacoreno	1538	1544	---	---	---	---	---	0,4 (1,8)	---	---	---	---
<i>cis</i> -hidrato de sesquisabineno	1541	1542	---	---	---	---	---	---	---	---	1,1 (1,3)	---
Elemol	1549	1548	---	---	---	---	---	---	---	0,7	---	1,5
Elemicina	1553	1555	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1,3 (1,8)
Germacreno B	1555	1559	2,3 (2,3)	1,0 (1,5)	---	---	---	---	0,6 (0,8)	---	---	---
(<i>E</i>)-nerolidol	1564	1561	6,8	---	---	---	---	---	---	0,2	9,7 (7,6)	---
Maaliol	1566	1566	---	2,1 (2,2)	---	---	---	---	---	3,4 (3,6)	---	---
Espatulenol	1574	1577	4,2 (7,5)	7,1 (0,8)	0,6 (2,0)	4,0 (3,5)	1,4 (1,8)	---	1,7 (4,7)	25,9 (33,8)	3,8 (6,9)	2,7 (11,9)
Óxido de cariofileno	1580	1582	3,9 (3,5)	---	---	---	2,5 (2,9)	0,7 (1,1)	2,1 (3,2)	---	5,9 (10,3)	---
Globulol	1586	1590	---	8,2 (5,5)	---	---	---	0,9 (1,8)	---	0,5	0,7 (0,7)	2,9

Continuação tabela 3.

Compostos	IR ^a	IR ^b	Espécies ^c									
			<i>C. sylv</i>	<i>C. dec</i>	<i>N. gran</i>	<i>O. odor</i>	<i>O. cath</i>	<i>L. moll</i>	<i>S. tere</i>	<i>C. dini</i>	<i>A. grat</i>	<i>D. ang</i>
Viridiflorol	1588	1592	---	5,0	---	---	2,0 (1,7)	0,8 (1,5)	0,6 (0,5)	4,7 (4,6)	---	2,4 (2,8)
Cubeban-11-ol	1589	1595	---	1,6	---	---	---	---	0,4	---	---	---
Rosifoliol	1597	1600	---	2,9 (3,5)	---	---	---	---	---	3,3 (3,3)	1,3 (2,9)	1,1
Khusimona	1598	1604	---	---	---	---	2,3 (1,6)	---	---	---	---	---
1-epi-cubenol	1623	1627	---	---	---	---	---	1,4 (2,4)	---	0,9	---	---
γ-eudesmol	1632	1630	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1,9 (1,0)
Epi-α-cadinol	1638	1638	3,0 (2,9)	(3,1)	---	---	---	2,8 (4,8)	1,7 (1,2)	---	2,2 (2,6)	---
Epi-α-muurolol	1639	1640	---	2,9	---	---	---	---	---	---	---	1,8 (1,0)
β-eudesmol	1645	1649	6,9 (5,7)	---	---	---	---	---	---	---	---	---
α-muurolol	1646	1644	---	---	---	---	---	1,5 (2,6)	0,6 (0,5)	3,8 (2,7)	(0,8)	4,3 (4,3)
α-cadinol	1649	1652	4,5 (4,4)	6,2 (5,9)	---	---	2,8 (3,6)	3,7 (6,3)	2,3 (1,7)	1,5 (3,2)	1,2 (1,5)	9,4 (8,7)
Epi-zizanona	1662	1668	---	---	---	---	(2,8)	---	---	---	---	---
Epi-β-bisabolol	1666	1670	---	---	---	---	---	---	---	---	1,1 (1,5)	---
Eremofilona	1729	1734	---	---	0,6 (0,4)	---	---	---	---	---	---	---
Khusimol	1736	1741	---	---	---	---	(11,9)	---	---	---	---	---
Drimenol	1755	1766	---	---	---	---	---	---	---	2,0 (2,4)	---	---
Di-hidro-karanona	1802	1828			30,9 (34,9)							
Ácido vetivenico	1805	1811	---	---	---	---	(9,0)	---	---	---	---	---
Kaureno	2021	2042	---	---	0,4 (0,6)	---	7,8 (4,5)	---	---	---	---	---

Continuação tabela 3.

Compostos	IR ^a	IR ^b	Espécies ^c									
			<i>C. sylv</i>	<i>C. dec</i>	<i>N. gran</i>	<i>O. odor</i>	<i>O. cath</i>	<i>L. moll</i>	<i>S. tere</i>	<i>C. dini</i>	<i>A. grat</i>	<i>D. ang</i>
Sandaracopimaral	2175	2184	---	---	---	---	---	---	---	---	5,3 (5,6)	---
Monoterpenos (%)			---	---	1,2 (---)	0,4 (0,9)	50,6 (36,1)	36,0 (13,4)	45,3 (34,4)	19,7 (27,3)	14,8 (6,1)	20,9 (25,3)
Monoterpenos oxigenados (%)			---	2,2 (---)	0,3 (0,3)	1,6 (1,6)	2,7 (2,0)	2,9 (1,9)	1,8 (1,1)	3,6 (3,7)	4,6 (5,0)	10,0 (11,4)
Sesquiterpenos (%)			65,3 (75,9)	39,4 (56,5)	8,7 (5,4)	4,2 (4,6)	25,7 (14,3)	38,6 (46,1)	40,7 (47,8)	12,1 (7,0)	39,4 (37,6)	17,5 (5,7)
Sesquiterpenos oxigenados (%)			29,3 (24,0)	36,0 (21,0)	1,2 (2,4)	5,2 (4,6)	11,0 (26,3)	11,8 (20,5)	9,4 (11,8)	46,9 (53,6)	22,5 (31,9)	29,3 (31,5)
Fenilpropanóides (%)			---	---	---	78,5 (78,2)	---	---	---	---	---	17,7 (23,0)
Cetona			---	---	30,9 (34,9)	---	---	---	---	---	---	---
Outros			---	4,7 (6,7)	3,0 (3,4)	3,0 (3,6)	5,1 (13,5)	0,4 (0,9)	---	1,6 (2,7)	10,0 (10,2)	0,4 (---)
Total de compostos identificados (%)			94,6 (99,9)	82,3 (84,2)	45,3 (46,2)	92,9 (93,5)	95,1 (92,2)	89,7 (82,8)	97,2 (95,1)	83,9 (94,3)	88,0 (88,8)	95,8 (96,9)

^a IR = Índice de retenção calculado; ^b IR= Índice de retenção da literatura; ^c Espécies: *C. sylv*= *Casearia sylvestris* Sw.; *C. deca*= *Casearia decandra* Jacq.; *N. gran*= *Nectandra grandiflora* Nees; *O. odor*= *Ocotea odorifera* (Vellozo) Rohwer; *O. cath*= *Ocotea catharinesis* Mez.; *L. moll*= *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl; *S. tere*= *Schinus terebenthifolius* Raddi; *C. dini*= *Cinnamodendron dinisii* Schwanke; *A. grat*= *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook ex Hook); *D. angu*= *Drymis angustifolia* Miers.

^d Valores entre parênteses correspondem à composição do óleo essencial das amostras secas.

4 CONCLUSÕES

As espécies arbóreas dos Campos Gerais da Floresta Atlântica do Paraná estudadas apresentam ampla variação nos teores de óleo essencial, os quais não foram influenciados na maioria das espécies pelo processo de secagem.

A espécie *Ocotea odorifera* aumenta seu teor de óleo essencial expressivamente após a secagem.

A espécie *Ocotea catharinensis* apresenta na sua composição química do óleo essencial das amostras maior porcentagem de monoterpenos, já as espécies *Casearia decandra*, *Nectandra grandiflora*, *Lithraea molleoides*, *Schinus terebenthifolius*, *Cinnamodendron dinisii*, *Aloysia gratissima* e *Drymis angustifolia* apresentam maior porcentagem de sesquiterpenos, sendo que *Casearia sylvestris* apresenta somente sesquiterpenos. *Ocotea odorifera* apresenta maior porcentagem de fenilpropanóides.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. Allured Publishing Corporation: Carol Stream, 2007.
- BEDOYA-PEREZ M. A., ISLER I., BANKS P. B., MCARTHUR C. Roles of the volatile terpene, 1,8-cineole, in plant-herbivore interactions: a foraging odor cue as well as a toxin? *Oecologia*. v.174, p. 827–837, 2014.
- BANDONI, A. L.; CZEPAK M. P. **Os recursos aromáticos no Brasil: seu aproveitamento industrial para a produção de aromas e sabores**. Editores, BANDONI A. L.; CZEPAK M. P. EDUFES, Vitória, ES, 2008.
- BECKER, C. **Avaliação da atividade acaricida de óleos essenciais de *Acanthospermum australe* (Loefl.) O. Kuntze, *Casearia sylvestris* Sw e *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq., em *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae)**. 2008. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) - Centro Universitário Univates. Lajeado, 2008.
- BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas do cultivo à produção de óleo essencial**. Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 1ª edição, Curitiba, 2009.
- BILENCA, D. N.; MIÑARRO, F. O. **Identificação de áreas valiosas de pastizal (AVPs) em lãs pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil**. Fundación Vida Silvestre, Argentina, 2004.
- BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M.; REZENDE C. M. Óleos essenciais no Brasil: Aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Química Nova*, v. 32 n. 3 p. 588-594, 2009.

BRANDÃO, M.G.L.; COSENZA, G.P.; MOREIRA, R.; MONTE-MOR, R. Medicinal plants and other products from the Brazilian Official Pharmacopeia **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 408-420, 2006.

CASTELLANI, D.C.; CASALI, V. W. D.; SOUZA, A. L.; CECON, P.R.; CARDOSO, C. A.; MARQUES, V.B. Produção de óleo essencial em canela (*Ocotea odorifera* Vell.) e quaçatonga (*Casearia sylvestris* Swartz) em função da época de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 4, p. 104-107, 2006.

DICKE M, BALDWIN I.T. The evolutionary context for herbivoreinduced plant volatiles: beyond the 'cry for help'. **Trends Plant Sci.** v.15, p. 167–175, 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Solos e Embrapa/Produção de Informação/Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FERRO, A.F.P.; BONACELLI, M.B.M.; ASSAD, A.L.D. Oportunidades tecnológicas e estratégias concorrenciais de gestão ambiental: o uso sustentável da biodiversidade brasileira. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 489-501, 2006.

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Manuais técnicos em Geociências, numero 1, Rio de Janeiro, 1992. 92p.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CANHOS, D. A. L.; JUNIOR CARVALHO, A. A.; COELHO, M. A. N.; COSTA, A. F.; COSTA D. P.; HOPKINS, P. M.; LOHMANN, L. G.; LUGHADHA, E. N.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, S.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. S.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. C. New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges. **BioScience**, v.62, n.1, p. 39-45, 2012.

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Manuais técnicos em Geociências, numero 1, Rio de Janeiro, 1992. 92p.

GOBBO-NETTO, L.; LOPES, N. Plantas medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundário. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GUBERT, C. **Prospecção da flora aromática de um remanescente da floresta ombrófila densa na região litorânea do Paraná**. Curitiba, 2010. Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná.

HASTON, E.; RICHARDSON, J.; STEVENS, P. CHASE, M; HARRIS D. J. The Linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p.128–131, 2009.

LAWRENCE, G. H. M. **Taxonomia das Plantas Vasculares**, volume I, Fundação Galouste Gulbenkian, Lisboa 1951, 296p.

LEE J. Y. AND PARK W. Anti-Inflammatory Effect of Myristicin on RAW 264.7 Macrophages Stimulated with Polyinosinic-Polycytidylic Acid. **Molecules**, v. 16, p. 7132-7142, 2011.

MARTINS, C.; DORAN, C.; LAIRES, A.; RUEFF, J.; RODRIGUES, A.S. Genotoxic and apoptotic activities of the food flavourings myristicin and eugenol in AA8 and XRCC1 deficient EM9 cells. **Food Chem. Toxicol.** v. 49, p. 385-392, 2011.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2 (Suplemento CD-Rom), 2009.

NARASIMHAN, B.; DHAKA, A.S. Antibacterial principles from *Myristica fragrans* seeds. **J. Med. Food.** v. 9, p. 395-399, 2006.

NIST Chemistry Webbook, edited by P. J. Linstrom and W. G. Mallard, <http://webbook.nist.gov> (acessado em setembro de, 2013).

OLIVEIRA C. W. **Anatomia da casca e do lenho de espécies de *Nectandra* Rol. ex Rottb. e *Ocotea* Aubl. (Lauraceae).** Rio de Janeiro, 2005. Dissertação (Mestrado) Curso Pós-Graduação em Botânica, Escola Nacional de Botânica Tropical, do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

PILLAR, V. DE PATTA. **Estado atual e desafios para a conservação dos campos.** *Workshop*. Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

PRINS C. L.; VIEIRA, I. J.C.; FREITAS, S. P. Reguladores de crescimento e produção de óleos essenciais. **Brazilian J. Plant Physiology**, v. 22, n. 2, p. 91-102, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.. **Fisiologia Vegetal**, trad. Eliane Romanato Santerém, *et al.* 4 ed. Porto Alegre, 2009.

TININIS, A. G.; ASSONUMA, M. M.; TELASCREA, M.; PEREZ, C. C.; SILVA, M. R. S. R. M.; FAVORETO, R.; CAVALHEIRO, A. J. Composição e variabilidade química de óleo essencial de *Casearia sylvestris* SW. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 8, p. 132-136, 2006.

TOLEDO, M.G.T.; ALQUINI Y.; NAKASHIMA T. Aspectos estruturais das folhas de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer (Lauraceae) em dois ambientes distintos. **Rev. Bras. Farm.**, 85(3): 89-93, 2004a

TOLEDO, M.G.T.; ALQUINI Y.; NAKASHIMA T.. Anatomia caulinar de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer (Lauraceae) da região metropolitana de Curitiba. **Rev. Bras. Farm.**, 85(2): 41-44, 2004b

TORRES, E.; WISNIEWSKI JR, A.; SIMIONATTO, L. E. Composição química dos componentes voláteis de *Capsicodendron dinisii* Schwancke (CANELLACEAE). **Química Nova**, v. 33, n.1, p. 130-132, 2010.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria, 2012.

SACCHETTI, G.; MAIETTI, S.; MUZZOLI, M.; SCAGLIANTI, M.; MANFRENDINI, S.; RADICE, M.; BRUNI, R. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Food Chemistry**, v. 91, p. 621-632, 2005.

SANGWAN, N. S.; FAROOQI, A. H. A.; SHABIH F.; SANGWAN R. S. Regulation of essential oil production in plants. **Plant Growth Regulation**, 34, p. 3-21 2001.

SELLAMI I. H.; MAAMOURI E.; CHAHED T.; WANNES W. A.; KCHOUK M. E.; MARZOUK B. Effect of growth stage on the content and composition of the essential oil and phenolic fraction of sweet marjoram (*Origanum majorana* L.), **Industrial Crops and Products**, n. 30, p. 395-402, 2009.

SILVA, F.A.S. 2011. Assistat – assistência estatística, versão 7.6 (Beta). Campina Grande: UFCG.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMAN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Em Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Simões C. M. O; Spitzer V. Porto Alegre/Florianópolis, 6ª ed. 2007.

SLAMENOVA, D.; HORVATHOVA, E.; WSOLOVA, L.; SRAMKOVA, M.; NAVAROVA, J. Investigation of antioxidative, cytotoxic, DNA-damaging and DNA-protective effects of plant volatiles eugenol and borneol in human-derived HepG2, Caco-2 and VH10 cell lines. **Mutat. Res.**, v. 677, p. 46-52, 2009.

SOUZA S. A. M.; MEIRA, M. R.; FIQUEIREDO L. S.; MARTINS E. R. Óleos essenciais: aspectos econômicos e sustentáveis. **Enciclopédia Biosfera**, vol. 6, n. 10, p. 1-10, 2010.

VERDI L. G.; BRIGHENTE, I. M. C.; PIZZOLATTI M. G. Gênero *Baccharis* (Asteraceae): Aspectos químicos, econômicos e biológicos. **Química Nova**, v.28, p.85-94, 2005.

WASICKY, R. Uma modificação do aparelho de clewenger para extração de óleos essenciais. **Revista Faculdade de farmácia e Bioquímica**, v.1, n. 1, p. 77-81, 1963.

Wiley Registry of Mass Spectral Data, 6th edn. **Wiley Interscience**, New York, 1994.

WONS, Iaroslav. **Geografia do Paraná: com fundamentos de geografia geral**. 6. ed. Curitiba: Ensino Renovado, 1994. 185 p.

YUNES, R. A. **Em Química de produtos naturais: novos fármacos e a moderna farmacognosia**; YUNES, R. A.; CECHINEL FILHO V., Org.; 3ª Ed. Univali, Itajaí, 2012, 384p.

7 CONCLUSÕES GERAIS

A secagem afetou o teor de óleo essencial na maioria das espécies. As espécies apresentam grande variação no teor de óleo essencial.

A formação Campos Gerais da Floresta Atlântica do Estado do Paraná apresenta espécies aromáticas produtoras de óleos essenciais, com uma composição química predominantemente de monoterpenos e sesquiterpenos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

São necessárias outras pesquisas com as espécies produtoras de óleo essencial no sentido de elucidar, por exemplo, as ações biológicas dos seus óleos essenciais, potencial para aromas e perfumes, avaliar e descrever as estruturas anatômicas que armazenam e secretam os óleos essenciais das espécies ainda não estudadas, avaliar outros fatores que influenciam nos teores e composição química do óleo essencial, desenvolver protocolos de reprodução e cultivo destas espécies.

Recomenda-se a continuidade da bioprospecção na formação Campos Gerais do Estado do Paraná, pois se estima que existam outras espécies produtoras de óleos essenciais que não foram avaliadas nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS GERAIS

- AFFONSO, C. R. G.; FERNANDES, R. M.; OLIVEIRA, J. M. G.; CARVALHO, M. C. C.; LIMA, S. G., SOUSA JÚNIOR, G. R.; FERNANDES, M. Z. L. C. M.; ZANINI S. F. Effects of the essential oil from fruits of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) on reproductive functions in male rats. **J. Braz. Chem. Soc.**, v.23, n.1, p. 180-185, 2012.
- AGOSTINI, F.; SANTOS, A. C. A.; ROSSATO, M.; PANSERA, M. R.; ZATTERA, F.; WASUM, R.; SERAFINI, L. A. Estudo do óleo essencial de algumas espécies do gênero *Baccharis* (Asteraceae) do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 3, p.215-220, 2005.
- ALCANTARA, J. M.; YAMAGUCHI, K. K. L.; VEIGA, V. F. V.; LIMA, E. S. Composição química de óleos essenciais de espécies de *Aniba* e *Licaria* e suas atividades antioxidante e antiagregante plaquetária. **Quím. Nova**, v.33, n.1, p. 141-145, 2010.
- ANDRADE FILHO, N. N.; ROEL, A. R.; YANO, M.; CARDOSO, C. A. L.; MATIAS, R. Toxicity of oil from *Anacardium humile* Saint Hill (Anacardiaceae), on *Bemisia tuberculata* (Bondar, 1923) (Hemiptera: Aleyrodidae) on cassava plants. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, n.2, p.185-190, 2013.
- BANDONI, A. L.; CZEPAK M. P. **Os recursos aromáticos no Brasil: seu aproveitamento industrial para a produção de aromas e sabores**. Editores, BANDONI A. L.; CZEPAK M. P. EDUFES, Vitória, ES, 2008.
- BARATA, L. E. S. FERRAZ, J. B. **Cultivo de Pau-rosa e produção do óleo essencial das folhas**. Workshop Imaflora: PFNMs na Indústria de Cosméticos e Fitoterápicos, Alter-do-Chão-PA, Ago (2002).
- BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S.; OLIVEIRA, L. D. M.; SILVEIRA, E. R. Produção e composição química da macela em função da época de colheita. *Horticultura Brasileira*, v. 26, p.26-29, 2008.
- BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas do cultivo à produção de óleo essencial**. Lacer Studio Gráfico e Editora Ltda, 1ª edição, Curitiba, 2009.
- BIAVATTI, M. W.; MARENSI, V.; LEITE, S. N.; REIS, A. Ethnopharmacognostic survey on botanical compendia for potential cosmeceutic species from Atlantic Forest. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.17, n. 4, p. 640- 653, 2007.
- BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais. Desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, vol. 32, n. 3, 588-594, Rio de Janeiro, 2009.
- BORTOLINI, M. F.; DOBIGNIES, A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R. Enraizamento de estacas caulinares de Kudzu. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 135-140, 2007.

BOU, D. D.; LAGO, J. H. G.; FIGUEIREDO, C. R.; MATSUO, A. L.; GUADAGNIN, R. C.; SOARES, M. G.; SARTORELLI, P. Chemical Composition and Cytotoxicity Evaluation of Essential Oil from Leaves of *Casearia Sylvestris*, Its Main Compound α -Zingiberene and Derivatives. **Molecules**, v.18, p.9477-9487, 2013.

CÂMARA, I. G. **Breve história da conservação da Mata Atlântica**. In: Galindo-Leal, C.; Câmara, I.G. (eds.). Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas. Fundação SOS Mata Atlântica/Conservação Internacional, São Paulo/Belo Horizonte. p. 31-42, 2005.

CALIXTO, J.B.; BEIRITH, A.; FERREIRA, J.; SANTOS, A.R.; FILHO, V.C.; UNES, R.A. Naturally occurring antinociceptive substances from plants. **Phytother. Res.**, v.14, n.6, p.401-418, 2000.

CARDOSO, G. **Estruturas secretoras em órgãos vegetativos aéreos de *Passiflora alata* Curtis e *P. edulis* Sims (Passifloraceae) com ênfase na localização *in situ* dos compostos bioativos**. Tese de mestrado, Campinas, 2010. Universidade Estadual de Campinas.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Embrapa Informação Tecnológica. Colombo, PR. Embrapa Florestas, 2003.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal (teoria e prática)**. Ed. Agronomica Ceres, Piracicaba, 2005. 650p.

CERQUEIRA, M. D.; MARQUES, E. J.; MARTINS, D.; ROQUE, N. F.; CRUZ, F. G. Variação sazonal da composição do óleo essencial de *Myrcia salzmannii* Berg. (Myrtaceae). **Química Nova**, v. 32, n.6, p.1544-1548, 2009.

CERVI, A.; C.; HATSCHBACH, G.; LINSINGEN, L. V. Composição florística de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Floresta Atlântica) na Reserva Ecológica de Sapitanduva (Morretes, PR, Brasil). **Fontqueria**, v. 55, p. 423-438, 2007a.

CERVI, A. C.; LINSINGEN, L. V.; HATSCHBACH, G.; RIBAS, S. O. A Vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Boletim do Museu Botânico Municipal**, boletim nº 69, Curitiba, PR, maio de 2007b.

COSTA, A. F. **Farmacognosia**. 4 ed., Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 1994.

Conservation International, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo & Instituto de Florestas-MG. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Floresta Atlântica e Campos Sulinos**. MMA/SBF, Brasília, 2000. 41p.

DALAZOANA K.; BARBOSA T. A.; MORO R. S. **A vegetação nas unidades de paisagem na porção da escarpa devoniana, Parque Nacional dos Campos Gerais, PR**. disponível em: http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo2/006.pdf, acessado em 12 de dezembro de 2010.

DA SILVA, S. L.; CALGAROTTO, A. K.; CHAAR, J. S.; MARANGONI, S. Isolation and characterization of ellagic acid derivatives isolated from *Casearia sylvestris* SW aqueous extract with anti-PLA₂ activity. **Toxicon**, v.52, n.6, p.655-666, 2008.

DZAMIC, A.; ADEBAYO, G.; MIHAILO, R.; PETAR, D. M. Essential oil composition of *Anacardium occidentale* from Nigeria. **Chemistry of Natural Compounds**, v. 45, n. 3, 2009.

FRANCESCATO, L. N.; DEUSCHLE, R. A. N.; MALLMANN, C. A.; ALVES, S. H.; HEIZMANN, B. M. Atividade antimicrobiana de *Senecio heterotrichius* DC (Asteraceae). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 2, p. 239-245, 2007.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CANHOS, D. A. L.; JUNIOR CARVALHO, A. A.; COELHO, M. A. N.; COSTA, A. F.; COSTA D. P.; HOPKINS, P. M.; LOHMANN, L. G.; LUGHADHA, E. N.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, S.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. S.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. C. New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges. **BioScience**, v.62, n.1, p. 39-45, 2012.

Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Manuais técnicos em Geociências, numero 1, Rio de Janeiro, 1992. 92p.

GOBBO-NETTO, L.; LOPES, N. Plantas medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundário. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GOMES, V.; AGOSTINI, G., AGOSTINI, F.; ATTI DOS SANTOS, A. C.; ROSSATO, M. Variation in the essential oils composition in Brazilian populations of *Schinus molle* L. (Anacardiaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v.48, p.222-227, 2013.

GRECCO, S.S., GIMENES, L., FERREIRA, M.J.P., ROMOFF, P., FAVERO, O.A., ZALEWSKI, C.A., LAGO, J.H.G. Triterpenoids and phenolic derivatives from *Baccharis uncinella* DC. (Asteraceae). **Biochem. Syst. Ecol.** 38, 1234–1237, 2010a.

GRECCO, S.S., REIMÃO, J.Q., TEMPONE, A.G., SARTORELLI, P., ROMOFF, P., FERREIRA, M.J.P., FÁVERO, O.A., LAGO, J.H.G. Isolation of an antileishmanial and antitrypanosomal flavanone from the leaves of *Baccharis retusa* DC. (Asteraceae). **Parasitol. Res.** 106, 1245–1248, 2010b.

GRECCO S.S., REIMÃO J.Q., TEMPONE A.G., SARTORELLI P., CUNHA R.L.O.R., ROMOFF P., FERREIRA M.J.P., FÁVERO O.A., LAGO J.H.G. In vitro antileishmanial and antitrypanosomal activities of flavanones from *Baccharis retusa* DC. (Asteraceae). **Experimental Parasitology**. 130, 141–145, 2012.

GUIMARÃES N.S.S., MELLO J.C., PAIVA J.S., BUENO P.C.P., BERRETTA A.A., TORQUATO R.J., NANTES I.L., RODRIGUES T. *Baccharis dracunculifolia*, the main source of green propolis, exhibits potent antioxidant activity and prevents oxidative mitochondrial damage. **Food and Chemical Toxicology**. 50, 1091–1097, 2012.

GUBERT, C. **Prospecção da flora aromática de um remanescente da floresta ombrófila densa na região litorânea do Paraná.** Curitiba, 2010. Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná.

GUIMARÃES, G. B.; MELO, M. S.; MOCHIUTTI, N. F. Desafios da Geoconservação nos Campos Gerais do Paraná. **Geol. USP, Publ. espec.**, v. 5, p. 47-61, 2009.

<http://www.faunaeflorasc.com.br/imagens/ANTES-mapaBIG.jpg>, acessado em 20 de novembro de 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa da área de aplicação da Lei nº 11.428 de 2006, 2008.

ISERHAGEN, I. **A fitossociologia florestal no Paraná e os programas de recuperação de áreas degradadas: uma avaliação.** Curitiba, 2001. Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Paraná.

LAGO, L. H. G.; ROMOFF P.; FÁVERO O. A. Composição química dos óleos essenciais das folhas de seis espécies do gênero *Baccharis* de “campos de altitude” da mata atlântica paulista. **Química Nova**, v.31, n. 4 p.727-730, 2008.

LAGO, J. H. G.; CARVALHO, L. A. C.; SILVA, F. S.; TOYAMA, D. O.; FÁVERO, O. A.; ROMOFF, P. Chemical Composition and Anti-Inflammatory Evaluation of Essential Oils from Leaves and Stem Barks from *Drimys brasiliensis* Miers (Winteraceae). **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 21, n. 9, p.1760-1765, 2010.

LEE, S. B.; PARK, H. R. Anticancer activity of guava (*Psidium guajava* L.) branch extracts against HT-29 human colon cancer cells, **Journal of Medicinal Plants Research**, v.4, n.10. p.891-896, 2010.

LIMA, D. M.; ALCANTARA, G. B.; BORTOLINI, M. F.; FANTI, F. P.; BIASI, L. A.; QUOIRIN, M.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Substratos e concentrações de ácido naftaleno acético no enraizamento de estacas semilenhosas de *Calliandra selloi* e *Calliandra tweediei*. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 7, n. 1-2, p. 105-111, 2006.

KURDELAS R.R, LÓPEZ S, LIMA B, FERESIN G.E, ZYGADLO J, ZACCHINO S, LÓPEZ M.L, TAPIA A, FREILE M.L. Chemical composition, anti-insect and antimicrobial activity of *Baccharis darwinii* essential oil from Argentina, Patagônia. **Ind Crop Prod.** 40, 261–267, 2012.

MAACK, R. “Notas preliminares sobre clima, solos e vegetação do Estado do Paraná.” **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.2, p.102-200, 1948.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** Curitiba, Banco de desenvolvimento do Estado do Paraná, UFPR, Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1968. 350 p.

MATTOSO, E. O mercado de óleos essenciais. In: **IV Simpósio Brasileiro de Óleos Essenciais.** IAC/PADETEC, Fortaleza, 2007.

MARTINEZ, V. M.; ROSARIO, C. R.; CASTILHO, H. G.; FLORES, F. J. M.; ALVAREZ, A. H.; LUGO, C. E. Acaricidal effect of essential oils from *Lippia graveolens* (Lamiales:

Verbenaceae), *Rosmarinus officinalis* (Lamiales: Lamiaceae), and *Allium sativum* (Liliales: Liliaceae) against *Rhipicephalus* (Boophilus) microplus (Acari: Ixodidae). **J. Med. Entomol.**, v.48, n.4, p.82-827, 2011.

MELO, M. R.; CORRÊA, V. F. S.; AMORIM, A. C. L.; MIRANDA, A. L. P.; REZENDE, C. M. Identification of Impact Aroma Compounds in *Eugenia uniflora* L. (Brazilian Pitanga) Leaf Essential Oil. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 18, n. 1, p.179-183, 2007.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Hortic. Bras.** V. 27, n. 2 (Suplemento CD-Rom), 2009.

MARCHIORO, N. P. X. **A sustentabilidade dos sistemas agrários no litoral do Paraná: o caso de Morretes.** Tese (Doutorado) Curso de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

MARQUES, C. A. Importância econômica da família lauraceae Lindl. **Floresta e Ambiente.** Viçosa, v. 8, n.1, p.195 - 206, 2001.

MELO, M. S.; GUIMARÃES, G. B.; RAMOS, A. F. de; PRIETO, C. C. “Relevo e Hidrografia dos Campos Gerais”. In: MELO, M. S. de; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Orgs.) **Patrimônio Natural dos Campos Gerais.** Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, PR. Editora UEPG, 2007.

MITTERMEIER, R. A.; WERNER, T. B. Wealth of plants and animals unites “megadiversity” countries. **Tropicus**, v. 4, n.1, p. 4-5, 1990.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOUREX, J. & FONSECA, G. A. B. **Hotspots revisited.** CEMEX, México City, 2004. 392p.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G. A. B. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p. 853- 858, 2000.

OLIVEIRA, R. N.; DIAS, I. J. M.; CÂMARA, C. A. G. Estudo comparativo do óleo essencial de *Eugenia punicifolia* (HBK) DC. de diferentes localidades de Pernambuco. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.15, n.1, p.39-43, 2005.

OLIVEIRA, F. P.; LIMA, E. O.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. P.; SOUZA, E. L.; SANTOS, C.B. H.; BARRETO, H. M. Effectiveness of *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) essential oil in inhibiting the growth of *Staphylococcus aureus* strains isolated from clinical material. **Rev. bras. farmacogn.**, v.16, n.4, p. 510-516, 2006.

PEANA A. T.; MARZOCCO, S.; POPOLO, A.; PINTO, A. Linalool inhibits in Vitro. No formation: Probable involvement in the antinociceptive activity of this monoterpene compound. **Life Science**, v. 78, p. 719-723, 2006.

PERECIN, M. B.; BOVI, O. A.; MAIA, N. B. Pesquisa com plantas aromáticas, medicinais e corantes: o papel do Instituto Agrônomo. Informações técnicas. **IAC-Horticultura.** O Agrônomo, Campinas, 54(2), 2002.

PILLAR, V. De Patta. **Estado atual e desafios para a conservação dos campos.** *Workshop.* Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006.

PRICE, S.; PRICE, L. **Aromaterapy for Health Professionals.** 4. ed., Churchill Livingstone Studio, New York, 2012. 355p.

PROBIO. **Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira: Relatório de atividades.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. 73 p.

RAMOS, E. H. S.; MORAES, M. M.; NERY, L. L. A.; NASCIMENTO, S. C.; MILITÃO, G. C. G.; FIGUEIREDO, R. C. B. Q.; CÂMARA, C. A. G.; SILVA, T. G. Chemical Composition, Leishmanicidal and Cytotoxic Activities of the Essential Oils from *Mangifera indica* L. var. Rosa and Espada. **BioMed Research International**, v. 2014, p. 1-9, 2014.

RODRIGUES-DAS-DÔRES, R.G.; CASALI, V. W. D.; FINGER, F.L.; CECON, P.R. Essential oil changes in capsules of carqueja [*Baccharis genistelloides* (Lam.) Pers.] **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.8, n.esp., p.175-179, 2006.

SACCHETTI, G.; MAIETTI, S.; MUZZOLI, M.; SCAGLIANTI, M.; MANFRENDINI, S.; RADICE, M.; BRUNI, R. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Food Chemistry**, v. 91, p. 621-632, 2005.

SANT'ANA, P. J. P. *Bioprospecção no Brasil.* Brasília: Paralelo 15, 2002.

SANTOS, F. B.; CUNHA, R. F. S. & MONTEIRO, V. N. **Prospecção fitoquímica da Vergatesa (*Anemopaegma arvense* (Vell) Stehl.f. ex de Souza).** 2005.

SANTOS, T. G.; DOGNINI, J.; BEGNINI, I. M.; REBELO, R. A.; VERDI, M.; GASPER, A. L. DALMARCOD, E. M. Chemical Characterization of Essential Oils from *Drimys angustifolia* Miers (Winteraceae) and Antibacterial Activity of their Major Compounds. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 24, n. 1, p.164-170, 2013.

SALVADOR, M. J.; CARVALHO, J. E.; WISNIEWSKI JUNIOR, A.; KASSUYA, C. A. L.; SANTOS, E. P.; RIVA, D.; STEFANELLO, M. E. A. Chemical composition and cytotoxic activity of the essential oil from the leaves of *Casearia lasiophylla*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.21, n.5, p.864-868, 2011.

SHIMIZU, M. T.; BUENO, L. J. F.; RODRIGUES, R. F. O.; SALLOWICZ, F. A.; SAWAYA, A. C. H. F.; MARQUES, M. O. M. Essential oil of *Lithraea molleoides* (VELL.): chemical composition and antimicrobial activity. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.37, p.556-560, 2006.

SIQUEIRA-FILHO, J. A. & LEME, E. M. C. **Fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste. Biodiversidade, conservação e suas bromélias.** Andrea Jakobsson Estúdio, Rio de Janeiro, 2006. 415p.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMAN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L.

A.; PETROVICK, P. R. **Em Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Simões C. M. O; Spitzer V. Porto Alegre/Florianópolis, 6ª ed. 2007.

SILVA, F. C. **Composição florística e estrutura fitossociológica da floresta tropical ombrófila da encosta atlântica do município de Morretes (Paraná)**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.18/19, p.31-49, 1989.

SILVA, R. R.; CÂMARA, C. A. G.; ALMEIDA, A. V.; RAMOS, C. S. Biotic and Abiotic Stress-Induced Phenylpropanoids in Leaves of the Mango (*Mangifera indica* L., Anacardiaceae). **J. Braz. Chem. Soc.**, v.23, n.2, p.206-211, 2012.

SOBRAL, M.; STEHMANN, J. R. An analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1990-2006). **Táxon** v. 58, p. 227-232, 2009.

SOUZA, C.V; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2ª edição, Editora Plantarum, Nova Odessa, SP, 2008.

SOUZA S. A. M.; MEIRA, M. R.; FIQUEIREDO L. S.; MARTINS E. R. Óleos essenciais: aspectos econômicos e sustentáveis. **Enciclopédia Biosfera**, vol. 6, n. 10, p. 1-10, 2010.
STEFANELLO, M. E. A, CERVI, A. C.; WISNIEWSKI JUNIOR, A.; SIMIONATTO, E. L. Óleo essencial de *Gochnatia polymorpha* (Less) Cabr. ssp *floccosa* Cabr. **Química Nova**, v.29, n.5, p. 999-1002, 2006.

STEFANELLO, M. E. A, CERVI, A. C.; WISNIEWSKI JUNIOR, A.; IMIONATTO, E. L. Composição e variação sazonal do óleo essencial de *Myrcia obtecta* (O. Berg) Kiaersk. var. *obtectata*, Myrtaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.20, n.1, p. 82-86, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.. **Fisiologia Vegetal**, trad. Eliane Romanato Santerém, *et al.* 4 ed. Porto Alegre, 2009.

TAVARES, E. S.; JULIÃO, L. S.; LOPES, D.; BIZZO, H. R.; LAGE, C. L. S.; LEITÃO, S. G. Análise do óleo essencial de folhas de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.(Verbenaceae) cultivados em condições semelhantes. **Rev. bras. farmacogn.**, v.15, n.1, p. 1-5, 2005.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 123 p.1991.

VIEIRA, R. F. **Conservation of Medicinal and Aromatic plants in Brazil**. Reprinted from: Perspectives on new crops and new uses. J. Janick (ed.), ASHS Press, Alexandria, VA, 1999.

YUNES, R. A. **Em Química de produtos naturais: novos fármacos e a moderna farmacognosia**; YUNES, R. A.; CECHINEL FILHO V., Org.; 3ª Ed. Univali, Itajaí, 2012, 384p.